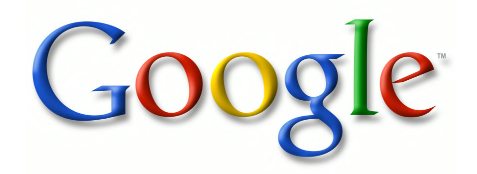
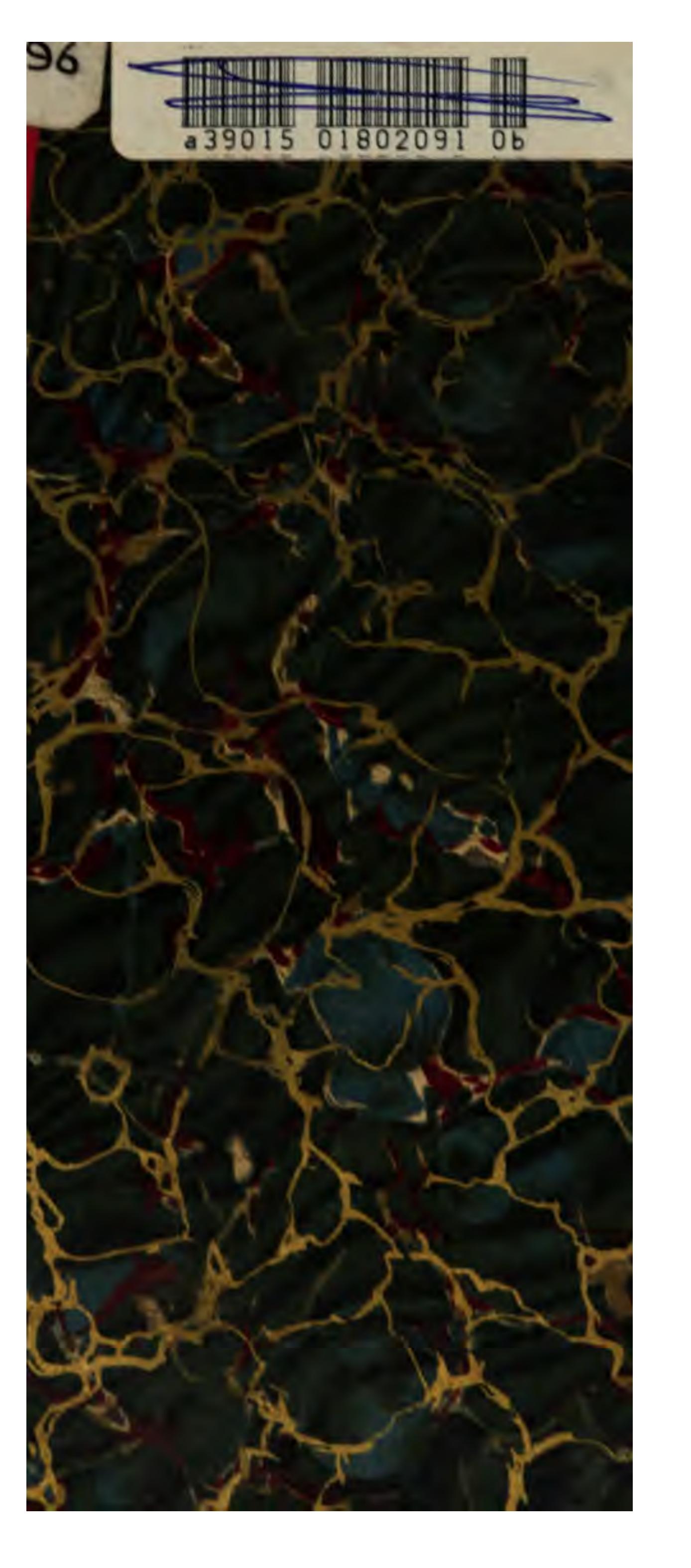
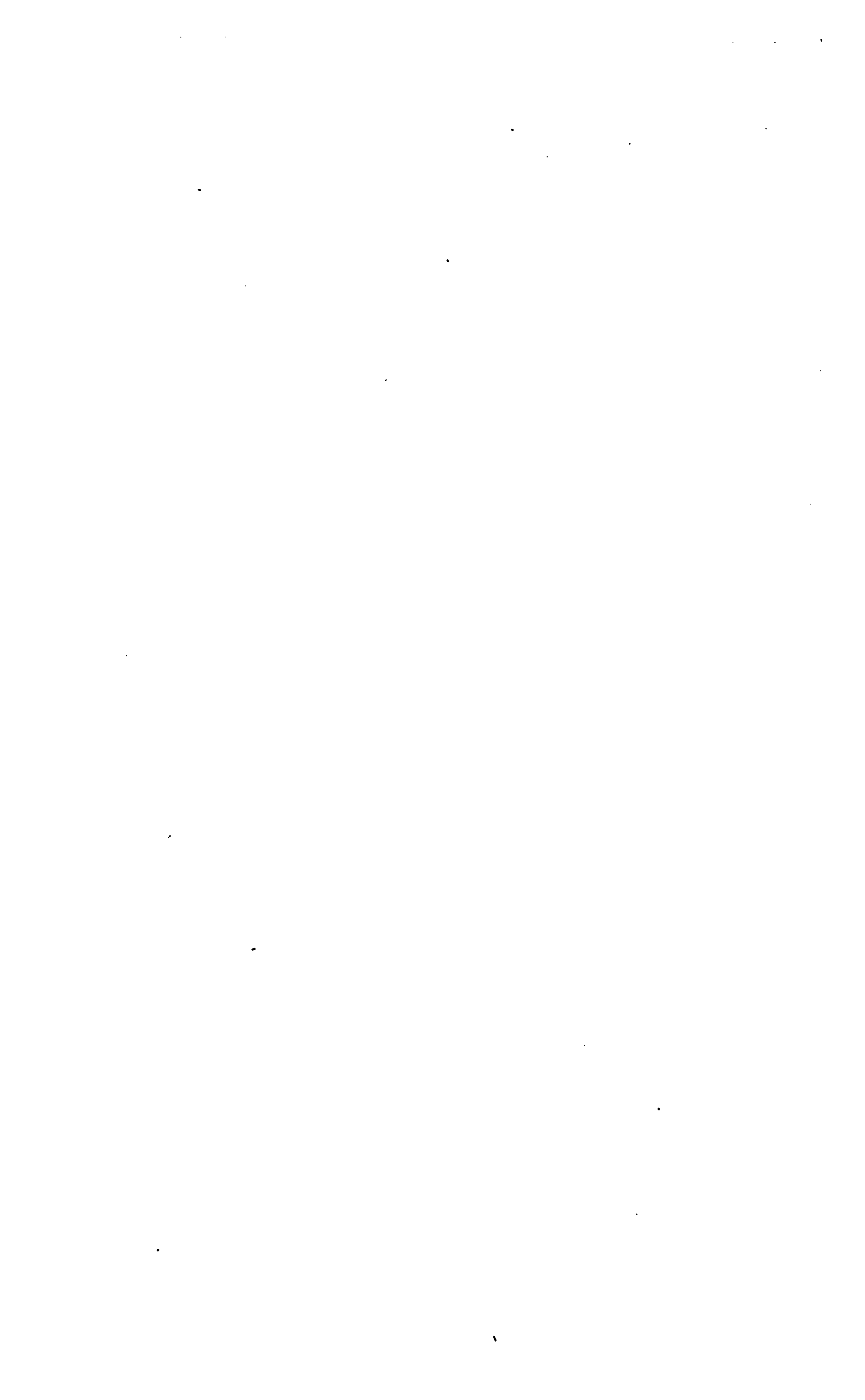
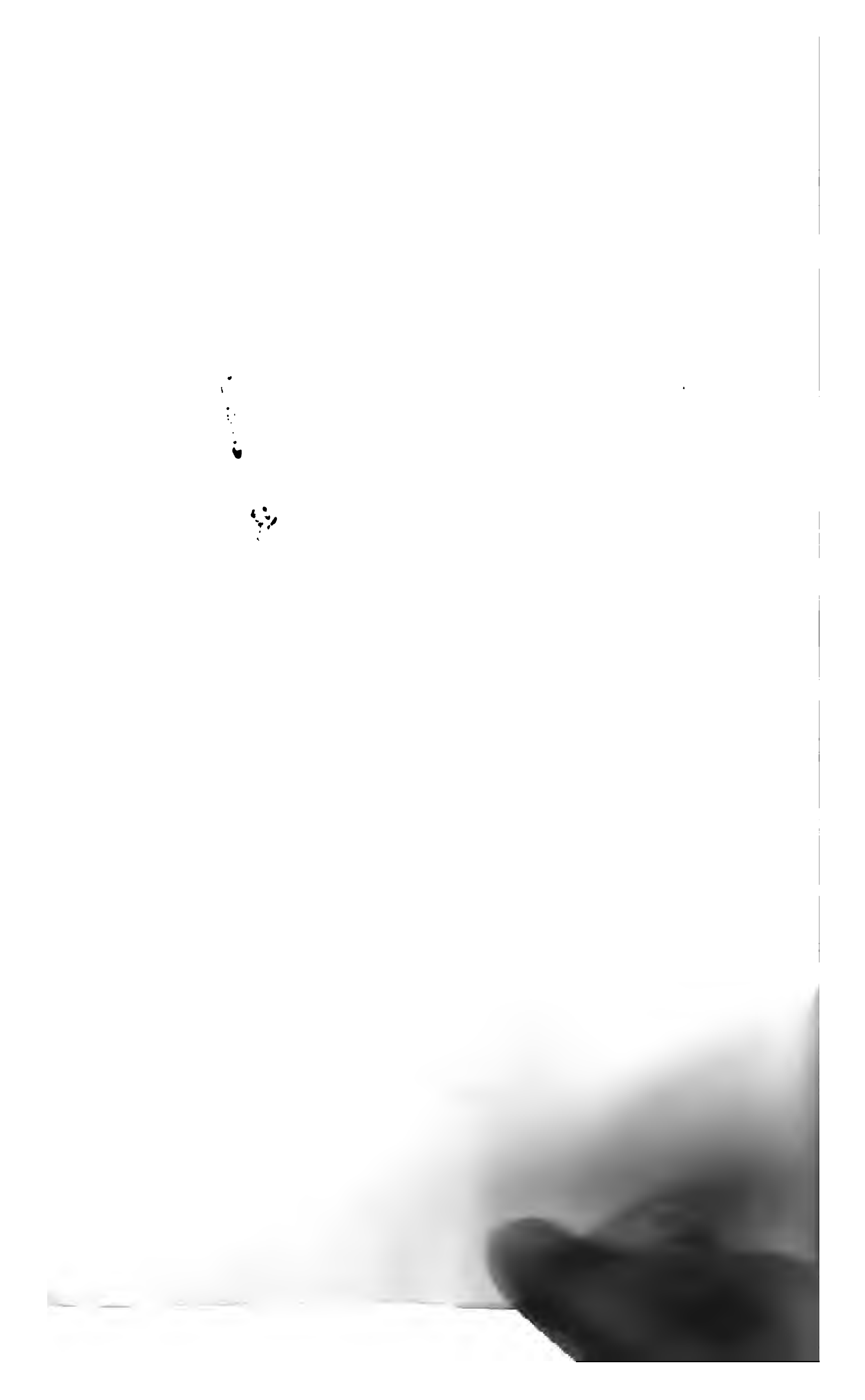



96
a39015 01802091 0b





Luerssen: Ferns.

MITTHEILUNGEN

AUS

DEM GESAMMTGEBIETE

DER BOTANIK

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. A. SCHENK UND DR. CHR. LUERSSEN.

Bd. I. DRITTES HEFT.

MIT SECHS LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON FRIEDRICH FLEISCHER.
1874.

Inhalt des 3. Heftes.

	Seite
Chr. Luerssen: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farnsporangien. I. Das Sporangium der Marattiaceen. 1. Marattia. Mit Tafel XX—XXII	313
— Die Farne der Samoa-Inseln. Ein Verzeichniss der bis jetzt von den Schifferinseln bekannten Gefässcryptogamen, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Systematik dieser Pflanzengruppe	345
W. Detmer: Die Theorie der Wurzelkraft	416
Chr. Luerssen: Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen, vorzüglich der Gattung Todea Willd. Mit Tafel XXIII und XXIV	460
G. Lohde: Zur Kenntniss der Gattung Gloeocystis. Mit Tafel XXV . .	478

Nachricht.

Die „Mittheilungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik“ sollen in zwanglosen Heften erscheinen und zunächst die Arbeiten aus dem botanischen Institute der Universität Leipzig bringen, jedoch solche anderer Botaniker principiell nicht ausschliessen.

Leipzig, im Juni 1871.

Die Herausgeber.

III.

Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Farn-Sporangien.

Von

Dr. Chr. Luerssen.

I. Das Sporangium der Marattiaceen.

1. Marattia.

Hierzu Tafel XX—XXII.

Die Entwickelung des Farnsporangiums ist bis jetzt genügend nur von den Polypodiaceen bekannt geworden. Eine Anzahl mehr oder minder glücklich ausgeführter Untersuchungen verschiedener Forscher, ganz vorzüglich aber die eingehende Arbeit von REES [1]), geben uns bis ins Detail Aufschluss über die Vorgänge während der Ausbildung des Sporangiums und der Entwickelung der Sporen. Dagegen ist von den übrigen Ordnungen der Farne in dieser Beziehung kaum etwas bekannt, obgleich die Verschiedenheiten im Aufbau der Sporangien von der Systematik zur Charakteristik der Familien benutzt werden. Die Ursache dieser Lücke lag zum Theil in der Seltenheit des lebenden Materials in den meisten Gärten, zum anderen Theile auch in dem manchmal sehr schwierigen Auffinden der jüngsten Entwickelungsstadien der betreffenden Organe.

Vor allen Dingen war, wie auch SACHS in seinem Lehrbuche

1) M. REES: Zur Entwickelungsgeschichte des Polypodiaceensporangiums. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Bot. V. 217, tab. XX—XXII, wo auch die ältere Literatur nachzusehen ist.

der Botanik betont [1]), eine Entwickelungsgeschichte der Sporangien der Marattiaceen erwünscht, da gerade diese Gruppe in ihren meisten Gattungen auf den ersten Blick und nach der Darstellungsweise der pteridologischen Werke so sehr durch die »aus verwachsenen Sporangien bestehenden Sori« von den übrigen Farnen abweicht. Auf den folgenden Seiten wird der Versuch einer Darstellung der Entwickelung jener Organe gegeben, und zwar zunächst nur die Gattung Marattia berücksichtigt, da mir zum Abschluss des Ganzen augenblicklich noch ein Theil der Entwickelungsstufen von Angiopteris fehlt. Die übrigen Gattungen konnten nur in einzelnen Entwickelungsstadien nach Herbarexemplaren verglichen werden, da meines Wissens Arten aus der Gattung Danaea überhaupt nicht in Cultur sind, das im Leipziger botanischen Garten kultivirte Exemplar der Kaulfussia aesculifolia Bl. dagegen noch zu jung ist, um Sporangien zu entwickeln.

Was nun zuerst **die äusseren Verhältnisse der Fructificationen** von Marattia betrifft, so charakterisirt SWARTZ [2]) die Gattung mit folgenden Worten: »Capsulae ovales, sparsae, marginibus superne longitudinaliter conniventibus initio clausae, demum bipartibilis, multiloculares: loculis duplici serie hiantibus. Indusium nullum.« Dieser Diagnose schliesst sich SCHKUHR [3]) an.

KAULFUSS [4]) dagegen giebt dieselbe wie folgt: »Sori ovales submarginales. Capsulae in duplicem seriem connatae interius rima hiantes. Indusium fornicatum superne longitudinaliter dehiscens bivalve utrinque capsularum seriem fovens.«

HOOKER's Charakteristik [5]) lautet: »Sori oblongi, venulae furcatae simplici serie margine approximata inserti. Indusium valvis lamelliformibus coriaceis e sporangiis coadunatis quasi formatum, intus planis extus convexis, demum magis minusve patentibus, plurilocularibus; loculis transversis demum rima longitudinali intus dehiscentibus. Sporulae minutissimae, copiosissimae, subreniformes, granulosae. Receptaculum lineare, fimbriatum.«

1) SACHS, a. a. O. pag. 341.
2) Synopsis Filicum pag. 168.
3) Kryptogamische Gewächse I. 153.
4) Enumeratio Filicum pag. 31.
5) Genera Filicum, tab. XXVI.

Presl, welcher in seinem Supplementum tentaminis pteridographiae die Marattiaceen, von denen er Danaea als eigene Familie der Danaeaceae trennt, ausführlicher bearbeitete, und Marattia ungerechtfertigter Weise in mehrere Gattungen zersplitterte, schreibt seiner engeren Gruppe der Marattieen Sporangien »in synangia thecaeformia biserialiter connata« zu [1]) und zeichnet die Gattung Marattia in der von ihm gewählten Einschränkung mit den Worten: »Venae pinnatae, simplices aut furcatae, dorso fructiferae. Synangia thecaeformia, ovalia, sessilia, longitudinaliter urceolata-biloba aut usque ad basim bipartita, lobis oppositis demum patentibus, utroque e serie simplici (3—11) sporangiorum connatorum interne rima lineari-elliptica dehiscentium constituto. Indusium inferum, lineari-ellipticum aut ovale, scariosum, fimbriato-multifidum, persistens. Receptaculum lineare, incrassatum.« [2])

De Vriese lehnt sich in seiner Monographie des Marattiacées mit geringen Abweichungen ganz und gar an Presl's Arbeit an, während Mettenius [3]) die Presl'schen Genera wieder in eine grosse Gattung Marattia vereinigt, die er folgendermassen diagnosirt: »Sori dorsales, superficiales [4]), sessiles vel pedicellati, receptaculo lineari, oblongo vel elliptico impositi, thecaeformes, longitudinaliter bilobi, sporangiis biseriatis, connatis, orti; lobi 4—10-loculares, accumbentes denique reflexi; loculi rima longitudinali, introrsa, dehiscentes. Receptaculum nudum, vel basi pilis paleaceis, laxis vel confertis, cinctum.«

Beim Vergleich der oben gegebenen, nur einigen Hauptwerken entlehnten Diagnosen fallen nun zuerst die Ausdrücke »capsulae, sori, synangia«, denen in der Hooker'schen Diagnose die Bezeichnung »indusium« als gleichbedeutend gesetzt ist, in der von Kaulfuss gegebenen Charakteristik dagegen die Worte »sori, capsulae und indusium« zusammengenommen entsprechen, auf. Mettenius, Hooker, Presl, De Vriese und wohl die meisten Pteridologen sehen die Fructificationen der Gattungen Marattia, Kaulfussia und Danaea, analog den aus einzelnen getrennten

1) a. a. O. pag. 8.
2) a. a. O. pag. 8.
3) Fil. hort. bot. Lips. pag. 118.
4) Im Gegensatze zur Gattung Danaea.

Sporangien gebildeten Fruchthäufchen der übrigen Farne, als einen Sorus von mit einander verschmolzenen oder verwachsenen Sporangien — den einzelnen Fächern des Sorus — an. Presl wählt daher auch, durch diese Ansicht geleitet, aber doch damit zugleich den zwischen Marattiaceen (mit Ausnahme der Gattung Angiopteris) und den meisten übrigen Farnen bestehenden Unterschied andeutend, den Namen »Synangium« für die vermeintlich vereinigten Sporangien. Durchaus verwirrend und daher verwerflich ist aber der von Hooker und Kaulfuss gebrauchte Ausdruck »Indusium«, insofern derselbe sonst ganz allgemein in der Periodographie ein total verschiedenes Organ bezeichnet und auch in den übrigen Diagnosen in ganz anderem Sinne gebraucht wird.

Dagegen ist die ältere, von Swartz, Schkuhr, Willdenow [1]) und Anderen gebrauchte Bezeichnung »Kapsel« nur zu billigen und unserem »Sporangium« gleich zu setzen. Es ist nicht einzusehen, warum das Fructificationsorgan von Marattia gerade als »Sorus«, die einzelnen Fächer als »Sporangien« betrachtet werden sollen. Nur wegen der Analogie mit der Gattung Angiopteris — von den übrigen Farnen abgesehen — so zu verfahren, scheint denn doch nicht rathsam. Dem entsprechend müssten z. B. das zweifächerige Sporangium von Tmesipteris und das dreifächerige von Psilotum ebenfalls als »Sori« bezeichnet werden, und wir hätten dann bei den Lycopodiaceen dieselbe Beziehung zwischen Lycopodium und den beiden oben genannten Gattungen, wie unter den Marattiaceen zwischen Angiopteris einerseits und Marattia, Danaea und Kaulfussia andererseits. Zu einer solchen Annahme ist aber selbst Mettenius nicht geneigt. [2]) In den hier mitgetheilten Untersuchungen wird daher auch auf Grund des angedeuteten Verhältnisses und der Entwickelungsgeschichte der angebliche Sorus von Marattia und den verwandten Gattungen als vielfächeriges Sporangium betrachtet werden.

Einige weitere Bemerkungen mögen hier noch über das sogenannte Indusium Presl's, De Vriese's und Anderer eingeschoben werden. Die Sporangien vieler Marattiaceen — vielleicht aller Arten im ersten Jugendzustande — sind an der Basis des

---

1) Species plantarum V. 66.

2) Vgl. Mett. Fil. hort. bot. Lips. pag. 122.



kürzeren oder längeren Sporangienstieles von einem Kranze von Spreuschuppen umgeben. Dieselben treten bald zahlreich, bald spärlicher in verschiedenen Formen auf, die auch bei einer und derselben Art, ja an demselben Sporangium, entsprechend der Natur dieser Gebilde, vielfach von einander abweichen. Ein Blick auf die drei gegebenen Figuren solcher von Marattia cicutaefolia Kaulf. zeigt dies zur Genüge (Taf. XXII, Fig. 38—40). Im Allgemeinen sind diese Sporangien-Spreuschuppen bei genannter Art mehr nach allen Richtungen der Fläche entwickelt, häufig jedoch auch lang haarartig ausgezogen oder viellappig.

Sie bestehen, wie die meisten Spreuschuppen, aus einer Lage von dünnwandigen, oft stark um einander gewundenen (Taf. XXII, Fig. 39) und zwischen einander geschobenen Zellen mit anfänglich glashell farbloser, später meist braun gefärbter Membran und feinkörnigem Plasmainhalte, der häufig sehr blasse kleine Chlorophyllkörner und fast immer Stärke, letztere manchmal in bedeutender Menge, einschliesst. Meistens sind die Spreuschuppen mit breiterer, durch viel kleinere Zellen ausgezeichnete Basis angewachsen (Taf. XXII, Fig. 40, a), hie und da aber auch nach rückwärts verlängert, etwa wie bei Oleandra und ähnlichen Farnen. In der Jugend bedecken sie, jedes muschelförmig gebogen, eng anliegend das sich entwickelnde Sporangium vollständig und zeigen schon hierdurch, da an anderen Orten der Fiederchenunterseite die Spreuschuppenbildung bedeutend schwächer auftritt, und unterstützt durch ihre silberweisse oder blass röthliche Färbung, das Vorhandensein jugendlicher Sporangien an; später aber werden sie von diesen zurückgeschlagen und der Fiederfläche angedrückt. In einzelnen Fällen werden sie indessen auch von dem sich mächtiger entwickelnden Sporangium mit emporgehoben, der unteren Sporangiumwand selber aufsitzend, wie ich dies bei Marattia laxa Kze. (Taf. XXI, Fig. 25) beobachten konnte.

Presl und seine Anhänger fassen diese Spreuschuppen als Indusium auf, betrachten sie also als gleichwerthig dem bei anderen Farngattungen (Asplenium, Aspidium etc.) vorkommenden Gebilde gleichen Namens. Presl und De Vriese unterscheiden sogar nach dem Vorhandensein und Fehlen desselben verschiedene



Gattungen.[1]) Durch ein vermeintliches Indusium zeichnen sich darnach aus Marattia und Dicostegia, durch Nichtvorhandensein desselben Gymnotheca, Stibasia und Eupodium unter den Marattieen. Von den übrigen Gattungen besitzt z. B. nach denselben Autoren Angiopteris ein Indusium, während ein solches bei Kaulfussia und Psilodochea[2]) fehlen soll.

Schon Mettenius[3]) weist mit Recht auf die unrichtige Bezeichnung der in Rede stehenden Gebilde als »Indusium«, sowie auf die noch weniger zu rechtfertigende Verwendung der Spreuschuppen zur Unterscheidung von Gattungen hin. Diese Organe sind äusserst vergänglich, oft bereits schon nach kurzer Zeit, noch bevor das Sporangium halbe Reife zeigt, vertrocknet und dann bald verschwunden. Ich kann mit Mettenius versichern, dass Marattia cicutaefolia Klf., nach Presl und De Vriese in die indusienlose Gattung Gymnotheca gehörend, im Leipziger botanischen Garten stets Spreuschuppen unterhalb des Sporangiums entwickelt, die manchmal noch bei völliger Sporangienreife, wenn auch verdorrt und oft wenig deutlich, vorhanden sind. Psilodochea salicifolia Pr. zeigt an den eigenen Originalen Presl's (Asia: Hügel No. 2469 in herb. mus. Vindobon.) hie und da deutlich die Reste von Spreuschuppen, ist also nicht »indusienlos«[4]) und daher schon aus diesem Grunde nicht von Angiopteris zu trennen. Dasselbe zeigte sich mir an Originalen von Gymnotheca Raddiana Presl. Marattia fraxinea Sm. müsste, wenn nach Herbarexemplaren geurtheilt würde, bald zu Marattia, bald zu Gymnotheca kommen und Marattia salicifolia Schrad., überhaupt alle Marattieen, wären unter Umständen in der gleichen Lage.

Eine Vereinigung solcher Spreuschuppen zu einer am Grunde becherartigen, am Rande geschlitzten Hülle, die etwa dem Indusium der Gattung Woodsia entsprechen würde, habe auch ich, wie Mettenius, nie gesehen. Spreuschuppenartige Gebilde kommen, von den gewöhnlichen Paraphysen ganz abgesehen, ferner auch zwischen den Sporangien anderer Farne mit nacktem Sorus

1) Presl, Suppl. tent. pterid. p. 8. De Vriese, Monogr. d. Maratt. p. 1.

2) Diese Presl'sche Gattung wird von De Vriese wieder mit Angiopteris vereinigt.

3) Fil. hort. bot. Lips. pag. 118.

4) Presl, Suppl. tent. pteridogr. pag. 27.

vor, so bei Polypodium piloselloides L., Polypodium sesquipedale Wall., bei manchen Arten der Gattung Alsophila u. s. w., ohne dass dieselben darum als Indusien bezeichnet werden. Sie finden sich ferner bei jugendlichen Blättern der Marattiaceen in ähnlicher oder gleicher Form als häufig dichter Ueberzug auf sämmtlichen Blatttheilen und bleiben zum Theil auch noch den älteren Blättern, namentlich an den Gabelungen der Nerven, erhalten. Es ist daher wohl von verschiedenen Gesichtspunkten aus gerechtfertigt, das Sporangium der Marattiaceen als ein nacktes aufzufassen.

Während bei der Gattung Angiopteris **die erste Differenzirung der Sporangien** in eine Zeit fällt, in welcher das Blatt bereits eine ziemliche Länge besitzt, die Spreite zum grossen Theile schon aufgerollt ist und die Lamina der Fiedern letzter Ordnung eine beträchtliche Ausdehnung (bis 0,5 Centim. und darüber) in die Breite erfahren hat, ist dieses bei der Marattia cicutaefolia Klf.[1] nicht so der Fall. Das junge Blatt steckt hier meistens noch zwischen seinen Nebenblättern, den Schuppen des Stammes, vollständig eingerollt, oder ist doch kaum hervorgetreten. Die Fiederchen letzter Ordnung sind ebenfalls noch eingerollt und ihre Lamina ist erst sehr wenig ausgebildet. Ein auf die Nerven letzter Ordnung senkrecht geführter Querschnitt der Fiederchenspreite zeigt dann das Blattparenchym zwischen den jugendlichen Gefässbündeln der Nerven weit weniger entwickelt, als um die Fibrovasalstränge herum (Taf. XX, Fig. 1). Es tritt dies in den meisten Fällen noch auffallender hervor, als in der gegebenen Zeichnung, so sehr, dass der Querschnitt förmlich ein rosenkranzförmiges Ansehen bekommt. Die ersten Gefässe des Nerven sind um diese Zeit bald bereits mit den ihnen eigenthümlichen Membranverdickungen differenzirt (Taf. XX, Fig. 1), bald fehlen die letzteren noch (Taf. XX, Fig. 2, a). Die die Blattunterfläche überziehende Epidermis ist über jedem Nerven noch

---

1) Diese Art wurde als Ausgangspunkt für die Untersuchung genommen; doch konnte ich auch Marattia laxa Kze., M. alata Sm., M. Kaulfussii J. Sm. und M. Ascensionis J. Sm., die sämmtlich im Leipziger Garten cultivirt werden und fast stets fructificiren, berücksichtigen, wenn mir auch augenblicklich nicht sämmtliche Entwickelungsstadien des Sporangiums zu Gebote standen.

von gleichmässiger Beschaffenheit; ihre Zellen sind im Allgemeinen nicht viel höher als breit, wie es die Fig. 1 auf Taf. XX über dem sterilen Nerven *n* zeigt.

Sobald jedoch die Anlage der Sporangien beginnt, strecken sich über den betreffenden nun fertil werdenden Nerven die Epidermiszellen an irgend einer Stelle von etwa ovalem Umriss in radialer Richtung zum Nerven (Taf. XX, Fig. 1, sp^1, sp^2). Der Ort, wo dieses geschieht, ist in Bezug auf seine Entfernung von Fiederrand und Mittelnerv nicht nur bei den einzelnen Arten verschieden, sondern er variirt auch in gewissem Grade bei der gleichen Species; jedoch fällt derselbe bei unserer in Rede stehenden Marattia cicutaefolia Klf. immer vor die Basis der Randzähne, bei der vielfach verglichenen Marattia laxa Kze. auf die Zahnfläche selbst. Durch die Streckung der Epidermiszellen tritt die in Umbildung zum Sporangium begriffene Stelle der Fiederchenunterfläche in Form eines ovalen, stumpfen, von den schon vorher sich entwickelnden Spreuschuppen bedeckten Höckers hervor[1]), während früher die ganze Blattmasse gleiche Erhebung über allen Punkten des Fibrovasalbündels zeigte. In diesem ersten Entwickelungsstadium scheint nun zwischen Marattia und Angiopteris ein Unterschied zu liegen. Wenn es mir bei letzterer Gattung kaum einem Zweifel unterworfen ist, dass wir es in den Sporangien mit echten Trichomen zu thun haben, die nur darin in ihrer ersten Anlage von denen der Polypodiaceen abweichen, dass eben nicht eine einzige Epidermiszelle, sondern eine ganze Gruppe derselben den Ausgangspunkt bildet, so ist es mir bei der Gattung Marattia, offen gestanden, nicht völlig klar geworden, ob nicht etwa noch die äussersten Zellschichten des Blattparenchyms zu Anfang mit in die Sporangienbildung eingreifen. Beim Anblick der Figur 1 auf Tafel XX scheint dies nicht der Fall zu sein; jedenfalls tritt hier keine regelmässige Theilung der Blattparenchymzellen über den Nerven hervor, gegenüber der sofort zu erkennenden regelrechten Anordnung der Epidermiszellen und deren Abkömmlinge. Dagegen können etwas weiter vorgerückte

1) Die Spreuschuppen wurden bei den zur Vorlage für die Zeichnungen von Marattia dienenden Schnitten meistens nicht oder nur ungünstig getroffen, und verweise ich daher in Betreff dieses Punktes auf die später von Angiopteris zu gebenden Figuren.

Präparate, wie in Fig. 2, Taf. XX, leicht zu dieser Annahme führen. Die Beobachtung wird ferner durch die bereits angegebene, sehr früh fallende erste Entwickelungsperiode und durch die überhaupt stärkere Ausbildung des Parenchyms um die Nerven herum bedeutend erschwert. Wahrscheinlich dürfte die Marattia Kaulfussii J. Sm. mit ihren lang gestielten Sporangien, die für Presl der Grund zur Bildung seiner Gattung Eupodium waren, ein besseres Untersuchungsobject abgeben, doch konnte dies bis jetzt einer eingetretenen längeren Ruhezeit in der Blattentwickelung wegen nicht benutzt werden, so dass ich auf die später zu gebende zweite Abtheilung dieser Arbeit verweisen muss. Jedenfalls aber dürfte der Antheil, den das Blattparenchym an der Sporangienbildung etwa nähme, kein sehr bedeutender sein, nur in der Weise stattfinden, dass durch mehrmalige Theilung der Zellen der äussersten Lagen des parenchymatischen Gewebes eine bedeutendere Hebung der sich streckenden Epidermiszellen hervorgerufen würde, und sich höchstens auf die Zellen des Stieles erstrecken, der ja auch bei anderen Arten der Gattung, nur nicht in der Ausdehnung wie bei Marattia Kaulfussii J. Sm., vorhanden ist. Die eigentliche Kapsel des Sporangiums ist auch bei Marattia ein Produkt der Epidermiszellen (Taf. XX, Fig. 2, 3). [1]

Diese beginnen nun ihre weitere Umbildung nach der ersten radialen Streckung damit, dass jede Zelle durch zwei übers Kreuz gestellte radiale Wände sich succedan in vier Zellen theilt. Die erste der beiden Wände ist, wie es scheint, stets die mit der Richtung des Nerven gleichlaufende. Von den gebildeten vier Zellen werden dann durch tangentiale (horizontale) Wände nach innen vier kleine Zellen abgeschnitten (Taf. XX, Fig. 1, sp^1; Fig. 2). Dieser Vorgang wiederholt sich in den Epidermiszellen nach dem Grösserwerden derselben in gleicher Weise, doch nicht an allen Stellen des jungen Sporangiums gleichzeitig regelmässig. Eine Scheitelzelle ist nicht vorhanden.

So lange die jugendliche Sporangiumanlage noch gleichmässig

1) Spätere Untersuchungen von sehr jungen Sporangien der Marattia laxa Kze., die hier nicht mehr eingeschaltet werden konnten, machen es noch wahrscheinlicher, dass auch bei Marattia das Sporangium ein Trichom ist. Vgl. die 2. Abtheilung der Arbeit.



gewölbt ist, tritt die Reihe der durch tangentiale Wände abgeschnittenen inneren Zellen noch mehr oder minder regelrecht hervor. So wie indessen die Anlage der beiden Sporangienhälften beginnt, werden die regelmässigen Reihen bald weniger oder stärker verschoben (Taf. XX, Fig. 2). Es tritt nämlich sehr bald, bereits nach wenigen Theilungen, bei Marattia cicutaefolia Klf.[1]) in zwei parallel mit den Nerven rechts und links verlaufenden Zellenreihen der Oberfläche eine energischere Theilung der Zellen in der früher angegebenen Weise ein, deren Folge die Bildung von zwei schwach gewölbten Längsbuckeln ist, zwischen denen sich eine flache Furche hinzieht (Taf. XX, Fig. 2). Damit ist die erste Differenzirung der beiden Sporangienhälften gegeben, in denen nun ein intensiverer Zellbildungsprozess beginnt, während unterhalb der Furche zunächst fast völliger Stillstand eintritt (Taf. XX, Fig. 3, 4).

Die Zelltheilungen, welche jetzt in den beiden buckelförmigen Hälften des jugendlichen Sporangiums eintreten, führen zunächst zu einer deutlichenen Abgrenzung der Kapselwand (Taf. XX, Fig. 3, *w*) von dem später sporenbildenden Raume (Taf. XX, Fig. 3, *sp*). Erstere wird vornehmlich noch durch die Epidermiszellen, letzterer durch die von diesen durch tangentiale Wände abgeschnittenen Zellen gebildet. Während diese den Sporenraum ausfüllenden Zellen sich in nicht gesetzmässiger Reihenfolge weiter theilen, treten in den Wandzellen die neuen Wände vorzüglich in der gleich zu Anfang der Sporangienbildung befolgten Reihe auf. Das Zusammenwirken beider Theilungsvorgänge aber führt einmal zur Vergrösserung der beiden noch vollständig von einander getrennten Sporangienhälften, dann aber auch zu einer Gestaltveränderung derselben. Bis dahin zeigte jede Hälfte auf dem Verticalquerschnitte (— der Schnitt senkrecht auf die Längsrichtung des fertilen Nerven —) die Form eines stumpfen Kegels; jetzt baucht sich der obere und mittlere Theil derselben nach aussen hin aus (Taf. XX, Fig. 4), so dass die erste Andeutung des später noch etwas stärker sich entwickelnden, sehr kurzen Sporangienstieles (Taf. XX, Fig. 4, 5, *b*) dadurch gegeben ist. Die Wandzellen zeichnen sich in diesem Entwickelungsstadium

1) Bei Marattia laxa Kze. bedeutend später.

schon durch die, wenn auch vorerst noch schwach beginnende, gleichmässige Verdickung ihrer oberflächlich gelegenen Wände, sowie durch die etwas weniger hervortretende der Seitenwände aus (Taf. XX, Fig. 5). Sie enthalten in ihrem feinkörnigen plasmatischen Wandbelege einen meistens an der Innenwand (nach dem Sporenraume zu) liegenden Zellkern und Chlorophyll in sehr kleinen, an den Seitenwänden und der Innenwand, selten oder fast nie an der Aussenwand liegenden Körnchen. Auch die dicht mit Plasma erfüllten, der Wand zunächst angrenzenden Zellen des Sporenraumes besitzen meistens sehr kleine Chlorophyllkörner, doch nie in der Anzahl, wie die Sporangienwandzellen. Die tiefer liegenden Zellen des Sporenraumes dagegen (Taf. XX, Fig. 5) sind zunächst noch chlorophyllfrei, nur mit feinkörnigem Protaplasma, dem ein Kern eingebettet liegt, dicht angefüllt. Das Blattgewebe oberhalb des Gefässbündels und im Stieltheile unterhalb der Furche ist ebenfalls chlorophylllos (Taf. XX, Fig. 5, *b*). Die beiden Hälften des Sporangiums sind durch die immer schmaler werdende Längsfurche noch vollständig von einander getrennt.

Kurz nach dieser Zeit beginnt aber auch bereits die erste Differenzirung der Sporenmutterzellen, verbunden mit der Trennung der beiden Sporangienlappen in Fächer. Es tritt nämlich in dem den Sporenraum erfüllenden, bis dahin völlig gleichartigen Zellgewebe an einzelnen Stellen, und zwar immer nur in einer verticalen Schichte von drei bis vier, höchstens fünf Zellreihen Breite, eine sowohl verticale als auch radiale Streckung der Zellen ein (Taf. XXI, Fig. 6; Taf. XXII, Fig. 16), die zuerst nur schwach, dann aber bald stärker hervortritt (Taf. XXI, Fig. 6).[1] Die so gestreckten, zunächst noch aus dünnwandigen, später sich bedeutend verdickenden Zellen gebildeten Zellschichten verbreitern sich nach aussen und innen, oben und unten um ein Geringes und umschliessen so als Scheidewände jederseits eine Anzahl eiförmiger Zellgewebsräume, die jetzt vollständig von einander getrennten Sporen-

---

1) Die letzte Figur ist im Verticalquerschnitt gezeichnet, während Fig. 16 auf Taf. XXII einen Horizontalquerschnitt — parallel der Fiederchenfläche geführten Querschnitt — durch beide Sporangienhälften im späteren Stadium giebt.

fächer. Die Anzahl derselben schwankt in jeder Hälfte selbst bei den Sporangien eines und desselben Fiederchens zwischen 6—10. Bei anderen Arten der Gattung ist sie ebenfalls nicht constant. Bei Marattia fraxinea Sm. beträgt sie auf jeder Seite 8—15; Marattia salicifolia Schrad. entwickelt 4—5 in jeder Sporangienhälfte. Die Marattia Kaulfussii J. Sm. bildet häufig sogar in jedem Lappen nur 2 Fächer aus, während sonst die Anzahl derselben bei dieser Art im Ganzen bis 12 beträgt. Häufig sind in den beiden Hälften desselben Sporangiums die Fächer alternirend, in anderen Fällen jedoch auch, und zwar sowohl bei derselben Fieder, als auch sogar in demselben Sporangium, opponirt. Schief verlaufende Scheidewände, die dann nach unten oder oben keilförmige Sporenfächer abschneiden, kommen gleichfalls vor.

Der Zellinhalt ordnet sich in der Verticalregion dieser Scheidewände folgendermassen an. Die äusseren Zellen der Sporangiumwand haben im Wesentlichen dieselbe Anordnung des Inhaltes, wie oben angegeben wurde (Taf. XXI, Fig. 7, *w*); nur in den der Furche angrenzenden (Taf. XXI, Fig. 7, *wi*) ist eine Veränderung eingetreten. Diese Zellen theilen sich nicht mehr so lebhaft, wie die übrigen, sondern es findet vorzugsweise eine verticale Streckung derselben statt und das Plasma ist nicht mehr als gleichförmiger, dichter Wandbeleg vorhanden, sondern hat sich zum Theil von kleine Chlorophyllkörner führenden Strängen angeordnet, die, vom wandständigen Zellkerne ausgehend, den Innenraum der Zellen nach verschiedenen Richtungen durchsetzen. Die unter den äusseren Wandzellen liegenden Zellschichten zeigen zunächst ein dem der inneren Wandzellen gleiches oder ähnliches Aussehen (Taf. XXI, Fig. 7, *m*); sehr oft ist an gelungenen Schnitten recht hübsch der allmähliche Uebergang in der veränderten Anordnung des Plasmas und Chlorophylls zu beobachten. [1]) Die in gleicher Höhe mit dem Sporangiumfache liegenden Scheidewandzellen sind länger gestreckt. Ihr Inhalt ist wie in den

1) Es mag hier bemerkt werden, dass ich mich, um die rasche Zerstörung des äusserst empfindlichen Plasmainhaltes, namentlich der Sporenmutterzellen, durch die Einwirkung des Wassers zu verhindern, der Methode Strasburger's bedient habe, nämlich die Schnitte in mit etwas Wasser verdünntem und durch geringen Zusatz von Kampher vor der raschen Zer-

darüber liegenden Zellen meist strangartig geordnet, die Chlorophyllkörner sind klein oder fehlen gänzlich. In der unteren Hälfte der Scheidewand tritt dann im Allgemeinen dieselbe Gestaltung des Plasmainhaltes (nur in umgekehrter Ordnung), wie im oberen Theile, ein. Die Chlorophyllkörner enthalten in den meisten Zellen kleine Stärkekörnchen. In manchen, namentlich tiefer im Innern gelegenen Zellen ist endlich das Plasma um diese Zeit auch durchgehend schwach grünlich gefärbt, die Bildung von körnigem Chlorophyll ist noch nicht eingetreten.

Während der Vorgänge bei der Trennung der Sporenfächer findet ferner in der Regel auch eine lebhaftere Vermehrung der Zellen zwischen der Sporangienfurche und dem Fibrovasalbündel statt. Dieselben theilen sich aber nicht allein durch vorzüglich horizontale Querwände, sondern es tritt anch eine, wenn auch vorerst noch weniger in die Augen fallende Streckung derselben in verticaler Richtung, sowie parallel derjenigen des Nerven, ein, doch nur in einem mittleren, durch die ganze Länge des Stieles gehenden Strange aus 3—5, seltener mehr neben einander liegenden Zellschichten (Taf. XXI, Fig. 6, *b*). Derselbe reicht nicht ganz bis zum Gefässbündel des Nerven hinab, seine mit nur farblosem Plasma dicht erfüllten Zellen divergiren nach unten um ein Weniges nach beiden Sporangienhälften hin, und durch ihn werden, da jetzt die die Sporangienhälften trennende Furche weiter hinaufgerückt, kleiner geworden ist, nun die Sporenfächer derselben in ihrer unteren Hälfte getrennt. Eine Ausnahme hiervon machen in der Regel nur die auf beiden Enden des Sporangiums liegenden Fächer, welche, da schon vor der Ausbildung derselben auch eine Ausbauchung des Sporangiums nach hinten und vorne (mit Bezug auf die Lage zwischen Mittelnerv und Rand des Fiederchens) eintritt, von diesem Zellstrange nur eben erreicht, nicht aber getrennt werden, da sie nun ausserhalb der Region des kurzen, parallel dem Nerven von zwei Seiten zusammengedrückten Sporangiumstieles liegen (Taf. XXII, Fig. 37).

---

setzung geschützten Hühnereiweiss zu untersuchen. Der Erfolg dieses Verfahrens ist ein vorzüglicher, da die Präparate viele Stunden, oft ein paar Tage, fast unverändert blieben. Vgl. STRASBURGER, Die Befruchtung bei den Coniferen, pag. 9.

Betrachten wir uns nun die bei der **Sporenbildung** stattfindenden Vorgänge etwas genauer, so bemerken wir, dass die erste Andeutung zum Beginne derselben durch die eintretende Grünfärbung des in den Sporenmutterzellen befindlichen Plasmas gegeben wird. Diese Entstehung des niemals körnigen Chlorophylls fällt bereits in eine ziemlich frühe Entwickelungsperiode des Sporangiums, doch nie vor Auftreten der die Abtheilungen desselben fächernden Scheidewände, sondern frühestens kurz nach der Differenzirung derselben durch die schon angegebene Zellstreckung. Die zuerst schwache Färbung des Plasmas wird ziemlich schnell, namentlich am dichteren Umfange desselben in den einzelnen Mutterzellen, intensiver grün. Dadurch tritt aber gerade die Gruppe der Sporenmutterzellen deutlicher von dem umgebenden Gewebe des Sporenfaches hervor. Man sieht dann, dass dieses nicht in seinem ganzen Umfange zur Production von Sporen verwendet wird, sondern dass eine peripherische Gewebeschicht der Fächer, welche also den Scheidewänden derselben, der äusseren und inneren Wandfläche des Sporangiums, sowie der medianen unteren Längsscheidewand zunächst angrenzt, an der Bildung des Mutterzellgewebes nicht theilnimmt, sondern zum Theil mit zur Sporangiumwand gezogen, zum Theil resorbirt wird, wie dieses aus den späteren Beobachtungen hervorgeht. Diese peripherischen Schichten strecken ihre einzelnen Zellen mehr oder minder stark in tangentialer Richtung (Taf. XXI, Fig. 7, *m*, *c*; Taf. XX, Fig. 8, *b*, *m*, *c*). Ihr Zellinhalt ist zum Theil, besonders in den äusseren zwei bis drei Schichten, ein mit Chlorophyllkörnern versehenes, zu Strängen wie in den oberen Scheidewandzellen geordnetes Plasma (Taf. XX, Fig. 8, *b*), zum Theil, namentlich in den mittleren ein bis zwei Schichten, ein dichterer, gleichmässigerer Plasmabeleg (Taf. XX, Fig. 8, *m*). Oft kommen die Zellen beider Schichten gemischt vor; dagegen sind sie an den mittleren Parthien der Scheidewände wenig mächtig, oft gar nicht, entwickelt.

Eine innere, den Sporenmutterzellen im ganzen Umfange zunächst angrenzende Schicht von meistens nur einer Lage von Zellen jedoch (Taf. XX, Fig. 8, *c*) zeichnet sich dadurch aus, dass sich in ihnen neben und in dem farblosen, seltener mit einigen wenigen kleinen und sehr schwach gefärbten Chlorophyll–

körnern versehenen Plasma eine das Licht stärker, oft schwach röthlich brechende Substanz in Tropfen oder auch grösseren Massen ausscheidet, welche bald in Stränge wie das Plasma zusammenfliessen, bald, bei massigerem Auftreten, zu grösseren Klumpen, oft fast den ganzen Innenraum der Zellen erfüllend, sich vereinigen. Häufig treten diese Zellen auch jetzt schon einzeln in weiter peripherisch gelegenen Schichten der Fächer auf, jedenfalls ist dieses später gewiss der Fall. Längere Zeit in Wasser aufbewahrte Präparate zeigen diese Massen nicht mehr, d. h. dieselben werden, in vielem Wasser quellend, undeutlich. Beim weiteren Fortschreiten der Sporangienentwickelung sind erst einzelne und dann oft ganze Gruppen von Zellen völlig mit diesem Produkte, ohne dass eine plasmatische Inhaltsportion bemerkbar wäre, angefüllt und zwar zeigen sich meistens einzelne Massen, oder auch zahlreiche kleinere Portionen von ungleicher Dichtigkeit. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass wir es in den erwähnten Zellen mit Gummi oder einem gummiartigen Körper zu thun haben, vielleicht denjenigen gummiartigen Produkten entsprechend, wie sie nach HANSTEIN bei Sambucus, Viburnum, Ribes u. s. w. vorkommen, wo »der gesammte Zellinhalt nebst Protaplasma und Zellkern u. s. w. einer im Innern des Zellraumes sich vollziehenden gummiartigen Degeneration unterworfen wird.«[1]) Von diesen Zellen aus geht auch die später eintretende Resorption des die Sporen umgebenden Gewebes vor sich. Dieselben lösen sich manchmal, so z. B. bei Angiopteris, bereits ehe die vollständige Theilung in die Sporen stattgefunden hat, so dass letztere, oder ihre Mutterzellen, in einen eiförmigen Klumpen zusammengeballt, dann im Innern des Sporenfaches liegen.

Die im Centrum des Sporenfaches liegenden Sporenmutterzellen zeichnen sich, wie bereits gesagt wurde, durch den Chlorophyllgehalt ihres Protoplasmas aus. Sie besitzen ferner einen ziemlich grossen, linsenförmigen, centralen, meistens mit einigen

---

1) HANSTEIN: Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Blattknospen. Botanische Zeitung 1868, pag. 775. Wie weit dagegen die Uebereinstimmung mit der bei Marsilia-Früchten in den Zellen des Gallertringes sich findenden Gallertsubstanz geht, vermag ich augenblicklich nicht zu entscheiden. Vgl. HANSTEIN's Erläuterung des Nardoo genannten Nahrungsmittels etc. in den Monatsber. d. Berl. Akad. 1862, pag. 110, 111.

Kernkörperchen versehenen Nucleus (Taf. XX, Fig. 8). Dieser verschwindet vor der beginnenden weiteren Theilung, und es treten statt seiner zwei neue Kerne auf, die in der Regel durch eine dunklere, durch die Mitte des Plasmas gehende Linie deutlich von einander mit den ihnen zugehörigen Plasmaportionen getrennt sind (Taf. XX, Fig. 8, *f*). Ob diese »Körnerplatte des Plasmas« vor oder nach dem Auftreten der neuen Kerne sich bildet, lässt sich schwer entscheiden, da die Theilungen ziemlich lebhaft erfolgen. Rechts und links von dieser Platte ist indessen das Plasma stets heller, sowohl freier von körnigen Bildungen, als auch namentlich weniger grün gefärbt, während sich die an der Aussenseite des Kernes liegende Plasmamasse durch sehr intensive Grünfärbung auszeichnet. Bald nach Bildung der Körnerplatte trennen sich die beiden Plasmahälften (wohl durch in der Mitte der Platte erfolgende Spaltung derselben) und sofort entsteht eine zwischen ihnen durchgehende sehr zarte, aber deutlich wahrnehmbare Scheidewand (Taf. XX, Fig. 8, *e*), welche die Trennung der Zelle in zwei Tochterzellen abschliesst. Ueberhaupt sind sämmtliche Membranen des Sporenmutterzellgewebes sehr zart und dünn.

Der eben angedeutete Vorgang der Theilung in den Sporenmutterzellen wiederholt sich in allen Zellen noch verschiedene Male, wie oft, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, da keine Regelmässigkeit in einer bestimmten Anzahl von Theilungen befolgt zu werden scheint. Die letzte Generation ist diejenige, deren Zellen durch zwei rasch übers Kreuz auf einander folgende Zweitheilungen oder auch durch sofortige Viertheilung — beide Fälle kommen neben einander in demselben Fache vor — vier Plasmaportionen produciren, von denen jede zu einer Spore wird. Diese Theilungen der Mutterzellen in die Sporenzellen erfolgen, im ersteren Falle stets, entweder in derselben Ebene, oder, im letzteren Falle bei simultaner Theilung, nach den Ecken eines Tetraëders, so dass die Sporenzellen einmal eine zweifache Lage zu einander zeigen, dann aber auch dabei in ihrer Form wechseln. Wie Mettenius bereits bemerkt, [1]) sind die Sporen nicht nur bei einer und derselben Art, sondern auch in demselben

1) Mett. Fil. hort. bot. Lips. pag. 118.

Sporangiumfache, von zweifacher Gestalt. Es scheint dies nicht allein bei cultivirten Marattien der Fall zu sein, sondern auch, wie ich mich an Exemplaren von Marattia cicutaefolia Klf. aus Brasilien überzeugen konnte, im wilden Zustande, wenn auch hier die Normalform die überwiegende ist. In bei Weitem den meisten Fällen sind bei unseren Gartenexemplaren die Sporen nierenförmig und auf ihrer concaven Seite mit einer die beiden Enden nicht völlig erreichenden Leiste versehen (Taf. XX, Fig. 12; Fig. 13, *a*, *b*). Bei simultaner Viertheilung in kleineren Zellen oder bei reichlicherem Plasmagehalte der Mutterzellen nehmen sie jedoch fast Kugelform mit aufgesetzter sehr stumpfer, dreiflächiger Pyramide an und zeigen dann an den Pyramidenkanten je eine kurze Leiste. Dieser letztere Fall ist der seltenere, aber in ihm erreichen die Sporen wohl ihre völlig normale Ausbildung (Taf. XX, Fig. 13, *c*). Es scheint mir dies mit ziemlicher Gewissheit aus dem Verhalten der beiden Sporenformen bei der Keimung von Marattia hervorzugehen. Mettenius hat sich, so viel mir bekannt geworden ist, viel mit dem Keimungsversuche der Sporen abgemüht, ohne zum Ziele gelangt zu sein, so dass er auch von den Marattiensporen sagt, dass dieselben in unseren Gärten niemals ihre normale Ausbildung erreichten. Es ist mir in neuerer Zeit gelungen, die Sporen von Marattia cicutaefolia Klf. zum Keimen zu bringen, wobei sich Folgendes ergab.

Vierundzwanzig Tage nach der Aussaat zeigten die nierenförmigen Sporen nicht die geringste Veränderung, dagegen begannen die kugelig-tetraëdrischen Chlorophyll zu entwickeln, das erst in mehr wolkigen Massen, später in Körnerform auftrat, nachdem das Endosporium das in den drei Leisten platzende Exospor durchbrochen hatte und in Form einer stumpfen Papille herausgetreten war. Mit Jod, in Jodkalium gelöst, behandelt, färbten sich die letzteren Sporen sehr rasch, die Membranen hell gelbbraun, der Inhalt intensiv dunkelbraun. Der feinkörnige, zu farblosen Klumpen zusammengeballte Inhalt, sowie die Membran der nierenförmigen Sporen dagegen blieben, selbst nach längerem Liegen in überschüssig vorhandener Jodlösung so gut wie farblos. Auch nach weiteren 18 Tagen war das Verhältniss der Sporen dasselbe und auch jetzt zeigten die nierenförmig gestalteten keine Spur von Veränderung, während die anderen in

der Keimung bedeutende Fortschritte gemacht hatten. Diese bestehen darin, dass die Papille der primären Vorkeimzelle bedeutend heranwächst und einen Theil des Inhaltes in sich aufnimmt. Die Lappen des Exospors treten dabei durch Vergrösserung der Risse immer weiter auseinander und manchmal wird dasselbe ganz und gar zerrissen, während die Vorkeimzelle sich mehr und mehr zur Kugelform abrundet, bald die fünf- bis sechsfache Grösse der Sporen zeigend und dabei ihre Membran zu einer nicht unbeträchtlichen Dicke (bis 0,0013 Millimeter und darüber) entwickelnd. Das anfänglich um den grossen Nucleus herum liegende körnige Chlorophyll tritt allmählich an die Zellwand und bildet hier eine Lage dick linsenförmiger, ziemlich dicht bei einander liegender Körner, die jetzt bereits je einige kleine Stärkekörnchen deutlich erkennen lassen. Etwa sieben Wochen nach der Aussaat wurde die erste Theilung der Vorkeimzelle bemerkt. Dieselbe zeigte zuerst zwei Inhaltsportionen statt einer, jede mit einem excentrisch nach der Berührungsfläche zu gelegenen grossen, mit einem Kernkörperchen versehenen Zellkern und ausserdem an der der nächsten primordialen Tochterzelle angrenzenden Fläche, wie auf den anderen Stellen, eine Schichte Chlorophyllkörner. Dann trat die erste zarte Scheidewand auf und mit der Vermehrung der Chlorophyllkörner, die die Theilung durch Einschnürung in allen Stadien vortrefflich zeigten, wurde auch der der Trennungswand jeder Zelle anliegende Nucleus nach innen hin von einer Lage von Chlorophyllkörnern umhüllt. Die Lage der ersten Wand zum Scheitel der Spore, dem Vereinigungspunkte der drei Leisten, ist eine verschiedene, je nachdem die annähernd kugelige bis ellipsoidische Vorkeimzelle ihr stärkstes Wachsthum in der Richtung senkrecht zum Scheitel oder nach rechts und links von diesem zeigt. Im ersteren, häufigeren Falle, ist die Scheidewand der beiden Tochterzellen parallel zum Scheitel des Exospors, im letzteren senkrecht auf diesen gestellt. Beide Zellen theilen sich, nachdem sich der Vorkeim ziemlich bedeutend vergrössert hat, abermals, bald nach einander, bald gleichzeitig, in je zwei Zellen, so dass der Vorkeim jetzt aus vier wie Kugelquadranten geordneten Zellen von gleicher oder annähernd gleicher Grösse gebildet wird, da die neue Theilungsebene senkrecht oder fast senkrecht zur ersten steht. Seltener ist eine,

oder sind beide Wände sehr schief auf die erste Theilwand gestellt, und ebenso erfolgt in einzelnen Fällen in der einen der ersten Tochterzellen, namentlich wenn diese sich durch bedeutendere Grösse vor ihrer Schwesterzelle auszeichnet, eine nochmalige Theilung parallel der ersten Wand, ehe die weiteren Theilungen eintreten. Diese führen nach und nach, wenn sie in allen Zellen regelmässig erfolgen (was aber keineswegs immer der Fall ist), zu einem Vorkeime von eiförmigem oder ellipsoidischem Umriss, dessen alle Generationen deutlich zeigenden Zellen in einer Ebene liegen; oder aber es treten schon sehr früh, oft bereits bei vier Zellen, Wände im Sinne des Zellkörpers auf, die bei den flächenartig entwickelten erst etwas später in den mittleren Zellen sich einfinden. Die den Vorkeim nach aussen begrenzenden Wände der einzelnen Zellen gelangen dabei gegenüber den inneren, zart bleibenden Wänden zu einer beträchtlichen Dicke und differenziren bald, oft schon am einzelligen Vorkeim erkennbar, zwei Membranschichten, eine äussere, weniger starke und eine innere, dickere, die da, wo die Seitenwände der Zellen anstossen, im Bogen in diese übergeht. Die äussere dieser beiden Membranschichten wird durch Chlorzinkjodlösung licht braungelb, die innere blau gefärbt, so dass wir es bei solchen jugendlichen Vorkeimen bereits mit einer cuticularisirten Schicht gegenüber einer aus reiner Cellulose bestehenden zu thun haben, ein Verhalten, das, zusammengenommen mit dem bedeutenden Dickendurchmesser beider Zellhautschichten, die Marattien-Vorkeime trefflich charakterisirt. Schliesslich sei noch erwähnt, dass es später, nachdem die Vorkeime eine gewisse Grösse erreicht haben, in einer Randzelle, oder in zweien an entgegengesetzten Punkten liegenden Randzellen durch Auftreten einer schiefen Wand zur Bildung einer Scheitelzelle wie bei den Osmundaceen kommt und dass die ersten Wurzelhaare des Vorkeimes erst 15 Wochen nach der Aussaat gebildet wurden, an Vorkeimen, die schon aus einer ziemlichen Anzahl von Zellen bestanden. — Ich beschränke mich hier auf diese wenigen Angaben, die ausführlichere Mittheilung bis zu einer späteren Zeit verschiebend. Dagegen scheint mir wohl bereits jetzt schon der gemachte Schluss, dass die kugelig-tetraëdrischen Sporen bei Marattia die normale, allein fortbildungsfähige Entwickelungsform sind, erlaubt.

Nicht selten sind auch andere abnorme Sporenformen: solche, die (durch eine unterbliebene zweite Theilung) eine bedeutendere Grösse erreicht haben, sowie solche, welche in Folge unvollständig erfolgter Theilungen lappige Formen zeigen, wie sie die Figuren 13 und 14 auf Taf. XX darstellen. Die Lappenbildung tritt hier in allen Graden zum Vorschein; bald finden wir den einen Theil nur wie ein kleines, buckeliges Anhängsel der Spore (Taf. XX, Fig. 13, *e*; Fig. 14, *e*), oder die Abschnürung geht tiefer, aber beide Lappen sind sehr ungleich entwickelt (Taf. XX, Fig. 13, *d*; Fig. 14, *d*, *f*, *g*), oder beide Sporenhälften haben annähernd gleiche Grösse (Taf. XX, Fig. 13, *g*, *h*, *i*; Fig. 14, *a*, *b*), oder endlich kommt es, wenn auch selten, zur Bildung dreilappiger Sporen, deren Theile nur noch durch dünne Membranstücke zusammenhängen (Taf. XX, Fig. 14, *c*). Bei diesen abnormen Gestalten, die ich übrigens nur bei den nierenförmigen Sporen beobachtete, zeigt dann ferner oft jeder Lappen einen eigenen Zellkern (Taf. XX, Fig. 13, *h*, *i*), oder letzterer nimmt absonderliche Formen an, wie z. B. in der auf Taf. XX, Fig. 13, *g* gegebenen Zeichnung, wo derselbe auf der einen Seite einen ziemlich langen, griffelartigen Fortsatz besitzt.

Bereits während der letzten Sporentheilungen ist eine bedeutende Auflockerung der Membranen der Mutterzellen sowohl, als auch der innersten, die Sporenfächer auskleidenden Zellenschichten eingetreten. Namentlich findet dies in den letzteren, wie schon erwähnt, und von den Gummi führenden Zellen ausgehend, meistens schon früher und in stärkerem Grade statt. Die Zellmembranen sind zunächst noch scharf contourirt, jedoch von bedeutenderem Dickendurchmesser. Sie lassen sich mit der Präparirnadel leicht zerstören, ziehen sich dabei zu zähen Gallertfäden aus und machen um diese Zeit einen guten zusammenhängenden Schnitt durch ein Sporangiumfach kaum möglich. Mit der raschen Ausbildung der Sporen schreitet auch die Quellung der Membranen weiter vor. Die sich bildende Gallerte dringt zwischen die einzelnen Sporen der Vierlingsgruppen, ohne aber viel an deren Lage zu ändern; ihre innere Begrenzung ist bald nicht mehr, die äussere der sich gleichzeitig trennenden und abrundenden Zellen noch eine Zeit lang scharf sichtbar (Taf. XX, Fig. 10), bis endlich auch die letztere verschwindet und die

Sporen nun, gewöhnlich noch gruppenweise, in einer dünnen, sich immer mehr verflüssigenden Gallerte eingebettet liegen, die endlich, nach vollständiger Ausbildung der Sporen, ganz verschwunden ist.

Die Sporen-Plasmaportionen umhüllen sich während dieser Auflockerung der sie umgebenden Membranen mit einer zunächst sehr zarten, hyalinen Cellulosemembran und zeigen ausserdem einen deutlichen, meist mit Kernkörperchen versehenen Zellkern. Die Sporenmembran verdickt sich dann ziemlich rasch und lässt auch sehr bald die Leiste der concaven Seite, oder bei kugelig-tetraëdrischer Form die drei Leisten der Pyramidenflächen, deutlich erkennen, ist aber noch vollständig glatt. Erst wenn das Dickenwachsthum der Membranen fast vollendet ist, treten auf der Oberfläche die das Exosporium charakterisirenden kleinen, warzenförmigen Stachelchen auf und es findet dann ein Spaltung der Sporenmembran in drei Schalen statt: das Auftreten einer inneren, äusserst zarten, einer mittleren starken und einer äusseren, sehr dünnen, die Stacheln tragenden Schicht. Die Innenschicht bildet das Endosporium, die beiden äusseren setzen das Exospor zusammen, dessen stärkere Schichte sich auf Zusatz von Schwefelsäure graugelb bis braungelb, die äussere, stacheltragende hellgelb färbt. Das Plasma der Sporen zeigt nun zahlreiche kleine Fetttröpfchen, dagegen kein Chlorophyll und keine Stärke. Die Länge der nierenförmigen Sporen beträgt bei Marattia cicutaefolia Klf. 0,020—0,029 (meistens 0,027), die Breite (in der Durchschnittsebene der Längsleiste) 0,011—0,015 (selten bis 0,020), die Dicke (senkrecht zur Durchschnittsebene der Leiste) meistens 0,014—0,015 Millimeter. Bei den kugelig-tetraëdrischen Sporen ist der Durchmesser 0,025—0,027 Millimeter.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die **Veränderungen, welche das Sporangium während und nach der Sporenentwickelung erleidet.** Diese beginnen damit, dass zunächst seine anfänglich ganz freien Hälften an ihrem Aussenrande auf eine Strecke mit einander verschmelzen und so einen einzigen geschlossenen Körper bilden, der nur in seinem Inneren noch eine mediane Längsspalte zeigt. Diese Vereinigung der beiden Sporangiumlappen fällt bald noch vor die Zeit der völligen Differenzirung des Sporenmutterzellgewebes oder der ersten Thei-

lungen innerhalb desselben, bald auch noch etwas später. Die Höhe des übrig bleibenden Spaltes ist bei den einzelnen Arten der Gattung nicht ganz gleich. Bei Marattia cicutaefolia Klf. (Taf. XXI, Fig. 18) geht derselbe bis etwa zu halber Fachhöhe und ist überdies sehr schmal. Bei Marattia purpurascens De Vriese (M. Ascensionis Sm.) zeigt sich das Verhältniss meistens als ein ähnliches (Taf. XXI, Fig. 21); dagegen ist bei Marattia alata Sm. (Taf. XXI, Fig. 19) und bei Marattia laxa Kze. (Taf. XXI, Fig. 20), sowie bei der Marattia Kaulfussii Sm. (Taf. XXI, Fig. 22) die sich vereinigende Strecke der Sporangienhälften von geringerer Höhe, der Spalt daher mächtiger erhalten und ausserdem bei Marattia Kaulfussii Sm. und Marattia laxa Kze., noch mehr aber bei Marattia alata Sm. von bedeutender Breite, wie bei Marattia cicutaefolia Klf. Bei der Vereinigung tritt ferner manchmal eine geringe Verschiebung der beiderseitigen Zellen ein. Sie ist ausserdem niemals von bedeutender Festigkeit, so dass eine spätere Trennung sehr leicht vor sich geht; und endlich treten häufig Unterbrechungen auf, Stellen, an welchen die Verschmelzung der Sporangienhälften überhaupt dann für immer unterbleibt (Taf. XXII, Fig. 16, *sp*).

Der Vereinigung der Sporangienlappen folgt nun eine weitere Streckung der in der medianen Längsebene zwischen Stiel und Spalte des Sporangiums liegenden drei bis fünf bereits früher erwähnten Zellschichten, sowohl in verticaler, als auch horizontaler, parallel dem Nerven verlaufender Richtung, so dass der Längen- und Höhendurchmesser den der Breite bald bedeutend übertreffen und die Zellen dieser Schichte ein tafelförmiges Ansehen bekommen (Taf. XXI, Fig. 17, *p*; Fig. 15, *p*, *x*). In der Regel bleiben indessen die oberen Zellen dieses Stranges niedriger (im Verticalquerschnitt und — Längsschnitt gesehen), als die weiter unten gelegenen (Taf. XXII, Fig. 23; Taf. XXI, Fig. 15). Mit der Streckung der genannten Zellen ist weiter eine Verdickung der Membranen derselben verbunden, die von den dem Spalt zunächst angrenzenden Zellen ausgehend, nach abwärts, dem Nerven zu, vorschreitet, letzteren jedoch niemals erreicht und überhaupt, was den Dickendurchmesser der Zellwände betrifft, nach unten hin allmählich an Intensität abnimmt (Siehe die zuletzt citirten Figuren, sowie Taf. XXII, Fig. 23, *x*).

Im fertig ausgebildeten Zustande erscheinen dann die dicken, mit zahlreichen feinen, cylindrischen Tüpfelkanälen versehenen Membranen, die sich ausserdem bei völliger Reife des Sporangiums, wie die gleichwerthigen Zellen der Querscheidewände, gelb bis gelbbraun färben, in der Mittellinie des Stranges, sowie im ganzen oberen Theile desselben, am mächtigsten entwickelt und nehmen nach abwärts nach und nach, beiderseits nach den Sporangienfächern zu aber ziemlich plötzlich an Stärke ab, in letzterer Richtung sehr rasch in die wenig verdickten äusseren Zellschichten der Sporangium-Längsscheidewand übergehend (Taf. XXII, Fig. 23, *x* und *p*), die ihrerseits wiederum einen sehr allmählichen Uebergang zu dem die Sporenfächer auskleidenden zartwandigen Gewebe machen.

Derselbe Verdickungsprozess zeigt sich zu gleicher Zeit in den Scheidewänden des Sporangiums, ebenfalls in einer Stärke von drei bis fünf Zellschichten. Die hier radial gestreckten Zellen erhalten nach und nach dicke Wände mit zahlreichen engen Tüpfelkanälen (Taf. XXII, Fig. 23, *ss*) und deutlicher Intercellularsubstanzlamelle, die auch in dem verdickten Zellstrange der mittleren Längsscheidewand nicht fehlt. Wie in letzterer, so nehmen ferner auch in den Querscheidewänden die Verdickungen der Zellwände nach dem Umfange des Sporangiums hin sowohl in radialer (Taf. XXII, Fig. 23, *s*), als auch in der Breitenrichtung (Taf. XXII, Fig. 24) allmählich ab, so dass einerseits die die Sporangienwand unmittelbar erreichenden Zellschichten dünnwandig bleiben (Taf. XXII, Fig. 24, *nn*), andererseits die Scheidewände da, wo sie der medianen unteren Längswand ansitzen (Taf. XXII, Fig. 23, *m*), am breitesten sind (Taf. XXII, Fig. 24, *m*).

Das von den Scheidewänden umschlossene Sporenfach bleibt auf seiner inneren, der medianen Spalte zugewendeten Seite nur von einer (seltener zwei) Schicht sehr zartwandiger, vertical längsgestreckter Zellen verschlossen (Taf. XXI, Fig. 15, *zws* in der Entwickelungsperiode des Sporangiums, in welcher die Verdickung der Scheidewandzellen erst beginnt), die keine Verdickung ihrer Membran erfahren, während im Bereiche der Scheidewände (Taf. XXI, Fig. 15, *s*) sich die der Mittelspalte angrenzenden Wandzellen ebenfalls stärker verdicken (Taf. XXII,

Fig. 23, *w*). Das Letztere ist nun auch mit der äussersten Zellenlage der Sporangiumaussenwand der Fall (Taf. XXI, Fig. 17, *w*), die jetzt, nach ziemlich vollendeten Theilungen, aus unregelmässig polygonalen Zellen mit sich nach und nach verdickenden Membranen besteht, wie dies der Horizontalschnitt Taf. XXI, Fig. 17 zeigt, welcher in *p* die horizontal durchschnittenen Zellen der medianen Längswand, in *w* die äusserste, unverletzt gebliebene Zellenlage der Sporangienwand, in *xx* die Trennungslinie beider erkennen lässt.

Alle diese Veränderungen erfordern noch eine ziemlich lange Zeit nach der völligen Ausbildung der Sporen. Die Untersuchung der Sporangienentwickelung wurde im ersten Drittel des Mai begonnen. Ende Juli waren die meisten Sporen ihrer Reife nahe; Anfang August war dieses an fast allen Theilen des der Beobachtung dienenden Blattes der Fall. Dagegen begannen die Sporangien hie und da sich erst zu Anfang des November zu färben, und vom 20. bis zum 25. November konnte das erste Aufspringen derselben notirt werden. Wenn diese lange Zeitdauer zwischen der Ausbildung der Sporen und der endgültigen Entwickelung des Sporangiums zum Theil auch der Ungunst des diesjährigen Sommers zuzuschreiben ist und man überhaupt annehmen muss, dass in der Heimath der Marattien die ganze Entwickelungsperiode bedeutend rascher verläuft, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, dass, in entsprechender Abkürzung der in unserem Falle gewonnenen, zwischen den einzelnen Entwickelungsstufen gelegenen Zeiträume, die letzte Gestaltung der Sporen etwa in der Mitte der Entwickelungszeit des ganzen Sporangiums abgeschlossen wird.

Auf der letzten Entwickelungsstufe der Sporangien-Längsscheidewand und der Querscheidewände mit ihren Membranverdickungen, sowie der Sporangienaussenwand, liegen die farblosen Sporen bereits fast trocken in ihren Fächern und das die Sporangienfächer auskleidende dünnwandige Gewebe fängt an, in seinen innersten Zellenlagen zu vertrocknen und zusammenzuschrumpfen. Zugleich färbt es seine Membranen zunächst gelblich, dann mehr oder minder dunkler braun oder bräunlich violett. Auch die zwischen den Fachwänden gelegene und die Fächer nach innen verschliessende Schichte zartwandiger Zellen

(Taf. XXI, Fig. 15, *zws*) verliert ihren Zelleninhalt und die sich bräunlich färbenden Wände vertrocknen und werden somit durch die festen Scheidewände in grössere Spannung versetzt, die schliesslich dahin führt, dass sie beim Aufspringen des Sporangiums zerreissen und dadurch die einzelnen Fächer nach innen öffnen. Das Oeffnen des Sporangiums selbst erfolgt durch jetzt stattfindende Trennung der verwachsenen Randstrecke, wobei die dort liegenden Zellen sich nicht immer glatt auseinanderlösen, sondern häufig auch zerfetzte Membranlamellen zeigen. Mit dem weiteren, nun rasch erfolgenden Austrocknen verbreitert sich der zuerst schmale Längsriss und erweitern sich auch die Innenspalten der einzelnen Fächer, bis zuletzt die beiden Sporangienklappen unter spitzerem oder stumpferem Winkel auseinandertreten (Taf. XXI, Fig. 30). Gleichzeitig bräunen sich die Zellwände des sehr kurzen Stieles bis zu einem schliesslich tiefen Schwarzbraun, doch abwärts nur bis zu einer mehr oder weniger in der Ebene der Fiederchenunterfläche liegenden oder schwach concav in das über dem fertilen Nerven liegende farblose Blattparenchym eingreifenden Zone, die den Fibrovasalbündel nicht ganz erreicht. Die dieser Zone angrenzende Zellenschicht des Blattgewebes verdickt die nach aufwärts dem Sporangium zugekehrten Wände ihrer Zellen, weniger die Seitenwände, analog den Epidermiszellen, wobei gewöhnlich auch eine leichte Gelb- oder Braunfärbung derselben eintritt. Die unterste Zellschicht des schwarzbraunen Stielgewebes vollführt dasselbe, doch meistens schwächer, in entgegengesetzter Richtung; es lösen sich die Zellen inmitten dieser verdickten Wandschichte später auseinander, so dass das Sporangium abfällt, oder der Zusammenhang in dieser Schicht wird doch ein so wenig fester, dass eine leichte Berührung das Sporangium zum Abspringen bringt und dann eine dunkler gefärbte Stelle verschiedenen Umrisses, von vertrockneten Spreuschuppenresten umgeben, auf der Fiederchenunterfläche als »Receptaculum« erkennbar wird.

Mit der in vorstehenden Zeilen versuchten Schilderung der Sporangienentwickelung der Marattia cicutaefolia Klf. stimmen nun die übrigen von mir (doch meistens nur in vorgeschritteneren Stadien) beobachteten, oben genannten anderen Arten der Gattung im Wesentlichen überein. Die sich darbietenden Unter-

schiede sind geringfügige, nur auf der grösseren oder geringeren Mächtigkeit in der Entwickelung einzelner Theile des Sporangiums, oder des ganzen Sporangiums in Länge und Höhe, Anzahl der Fächer, Ausdehnung des Spaltes, Divergenz der beiden Klappen nach dem Aufspringen u. s. w. beruhende. Bei der Marattia Kaulfussii Sm. ist es die starke Ausbildung des Stieles, die vor Allem in die Augen fällt. Bei Marattia salicifolia Schrad. ist das wenigfächerige Sporangium birnförmig nach oben verschmälert und nur durch einen sehr kurzen Spalt an seinem Scheitel geöffnet (Taf. XXII, Fig. 36, 37). Marattia Boivini Mett. und vorzüglich die Marattia microcarpa Mett. besitzen sehr kleine Sporangien. Bei Marattia alata Sm. und bei Marattia laxa Kze. tritt die bedeutendere Entwickelung der mittleren Längsscheidewand hervor, welche, den Spalt in seiner Höhe verringernd, aber dafür im unteren Theile verbreiternd, eine vollständigere Trennung der Fächer an dieser Stelle bewirkt. Am innigsten schliesst sich der Marattia cicutaefolia Klf. die Marattia purpurascens De Vriese (M. Ascensionis Sm.) an, welche sich hauptsächlich nur durch massigeres Auftreten des Chlorophylls in allen Theilen des jüngeren und halbreifen Sporangiums auszeichnet, weshalb dieses intensiv grün (bei Marattia cicutaefolia Klf. blass grünlich) erscheint, wie denn überhaupt die Marattia purpurascens durch fleischigere, dunkler grüne Blätter vor den übrigen cultivirten Arten charakterisirt ist. Es sind dies Merkmale, die bei der Trennung der einzelnen Formen Berücksichtigung finden dürften, deren genauere Verfolgung hier aber eine bedeutende Erweiterung der Untersuchungen und grosses, namentlich lebendes Material voraussetzen würde. Spätere Zeiten werden dies vielleicht ermöglichen.

Abnormitäten des Sporangiums sind im Ganzen bei Marattia seltener. Häufig kommt es zwar vor, dass das Sporangium, namentlich bei Arten mit bedeutender Ausdehnung desselben in die Länge, wie etwa Marattia sorbifolia Sm., durch locale schwächere Entwickelung in der Höhenausdehnung Einschnürungen zeigt. Selten dagegen ist es, dass ein und derselbe Nerv zwei gesonderte, vollkommen ausgebildete Sporangien unmittelbar hinter einander entwickelt, wie ich es einmal bei Marattia salicifolia Schrad. an einem Exemplare von Natal beobachten

konnte. Die beiden Sporangien waren in diesem Falle etwas schwächer ausgebildet, wie gewöhnlich. Sodann beobachtete ich in einem anderen Falle bei Maraftia fraxinea Sm., ebenfalls an einem afrikanischen Exemplare, dass ein auf der Gabelung eines Nerven entstandenes Sporangium dieser Verzweigung folgte, so dass es schwach halbmondförmig mit ebensolchem Spalt erschien, die concave Seite entsprechend der Oeffnung der Gabelung dem Fiederchenrande zugewendet (Taf. XXII, Fig. 35). In vollkommenerer Weise war dasselbe bei einem Exemplare der Marattia cicutaefolia Klf. aus Brasilien, einem Originale der Gymnotheca Raddiana PRESL's, der Fall. Das hier stark ungleich zweilappige Sporangium war bedeutend mächtiger entwickelt, wie bei voriger Art, die concave Seite winkelig einspringend, der Spalt zwischen den Klappen geknickt (Taf. XXII, Fig. 33). Bei einem anderen Fiederchen der letzterwähnten Art endlich war ein Sporangium vollkommen doppelt ausgebildet und zwar so, dass seine eine, etwas kleinere Hälfte dem einen, die andere Hälfte dem zweiten Aste einer Nervengabelung aufsass (Taf. XXII, Fig. 34). Beide Hälften waren auf eine ziemlich breite, den halben Längsdurchmesser übertreffende Strecke mit einander verschmolzen und zeigte jede ihren normalen, schwach in entgegengesetzter Richtung gebogenen Längsspalt, ausserdem aber noch einen beide Längsspalten verbindenden, etwa über die Mitte der Vereinigungsstelle von einem Gabelaste zum andern verlaufenden Querriss.

Ueberblicken wir die sich bereits jetzt aus den vorliegenden Untersuchungen ergebenden **Resultate**, so ist es zweifellos, dass, abgesehen von dem bekannten Baue des Sporangiums, sich die Marattiaceen von allen anderen ihre Sporangien als Trichombildungen entwickelnden isosporen Gefässcryptogamen dadurch unterscheiden, dass nicht eine einzige, sondern eine ganze Gruppe von Epidermiszellen durch ihre verticale Streckung, bei Marattia vielleicht noch etwas von dem darunter liegenden Blattparenchym unterstützt, dem Sporangium den Ursprung giebt. Sie machen hierdurch und durch die an die Pollenentwickelung bereits er-

innernde Bildung der Sporen im Innern der Sporangienfächer den entschiedenen Uebergang zu den Phyllosporangieen, repräsentirt durch die Ophioglossaceen, bei denen die Entwickelung der Sporen in den Fächern des fertilen Blattsprosses, den endogen aus differenzirtem Blattparenchym hervorgegangenen Sporangien, erfolgt, umschlossen von mehreren Lagen parenchymatischen Zellgewebes, das bei Ophioglossum sogar von der mit Spaltöffnungen versehenen gewöhnlichen Epidermis überzogen ist. Stellen wir den fertilen Blatttheil der Ophioglosseen dem Staubblatte der Phanerogamen gegenüber, so ist die Aehnlichkeit des Sporangiums mit dem Antherenfache unverkennbar, und die Ophioglossaceen würden dann die eine Reihe der Gefässcryptogamen, die Isosporeae, mit den Phanerogamen verbinden, so dass sich das System dieser Reihe folgendermassen gliedert:

I. Isosporeae.
- A. Trichosporangiae.
  - 1. Hymenophyllaceae.
  - 2. Gleicheniaceae.
  - 3. Schizaeaceae.
  - 4. Osmundaceae.
  - 5. Cyatheaceae.
  - 6. Polypodiaceae. } Filices. (1–6)
  - 7. Equisetaceae (nach Hofmeister).
  - 8. Marattiaceae.
- B. Phyllosporangiae.
  - 9. Ophioglossaceae.

II. Heterosporeae.

Das Weitere über die zuletzt angedeuteten Beziehungen behalte ich mir, augenblicklich von einer Kritik des Cohn'schen Systemes der Gefässcryptogamen*) absehend, für eine demnächst zu veröffentlichende Arbeit vor.

*) Hedwigia 1872, pag. 18.

Leipzig, im December 1871.

Erläuterung der Abbildungen

auf Tafel XX—XXII.

Tafel XX.

Fig. 1. Marattia cicutaefolia Klf. Verticalquerschnitt durch die Fiederchenlamina eines noch völlig eingerollten, eben erst zwischen den Stammschuppen (Stipulae der Blätter) hervorgetretenen Blattes. *n* steriler Nerv; sp^2 erste Anlage des Sporangiums, angedeutet durch die beginnende Streckung der Epidermiszellen; sp^1 älteres Sporangium, bei welchem bereits die Abscheidung einer unteren Zellschicht aus den Epidermiszellen erfolgt. Vergr. 240.

Fig. 2. Marattia cicutaefolia Klf. Weiter vorgeschrittenes jugendliches Sporangium, den Anfang der Lappenbildung am Scheitel zeigend. *a* Gefässbündel, noch ohne die Verdickungen seiner Gefässzellen. Verticalquerschnitt in 240facher Vergr.

Fig. 3. Marattia cicutaefolia Klf. Verticalquerschnitt durch ein noch weiter entwickeltes Sporangium. *w* Wandzellen; *sp* das sich differenzirende Gewebe des Sporenraumes; *s* Zellhöcker, auf welchem sehr häufig die Spreuschuppen gebildet werden. Vergr. 240.

Fig. 4. Marattia cicutaefolia Klf. Hälfte eines noch älteren Sporangiums mit bereits bedeutender Entwickelung seiner beiden Lappen. *w* Wandschicht und *c* Sporenraum des einen Lappens; *b* die zum kurzen Sporangienstiele und der medianen Längsscheidewand werdenden Zellen; *a* Gefässbündel. Die punktirten Linien in einigen Wandzellen deuten eben erst entstandene radiale Zellwände an. Vergr. 240.

Fig. 5. Marattia cicutaefolia Klf. Weiteres Entwickelungsstadium des Sporangiums im Verticalquerschnitt. Bei *c* fangen die Zellen des Sporenmutterzellgewebes an, ihren Plasmainhalt grün zu färben; *b* die mit dem farblosen, feinkörnigen Plasma dicht erfüllten Zellen des Stieles und der Längsscheidewand; *a* Gefässbündel. Vergr. 240.

Fig. 8. Marattia cicutaefolia Klf. Verticalquerschnitt durch die untere Wandparthie und einen Theil des Faches. *a* Wandzellen mit grossem, der Innenwand anliegenden Zellkern und wandständigem Chlorophyll; *b* mittlere Zellen der Sporangiumwand mit strahliger Ausbreitung des Plasmas und reihenweise geordneten Chlorophyllkörnern in den beiden äusseren Schichten, chlorophyllfrei in der dritten Schichte; *m* dritte Wandschicht mit sehr plasmareichen, chlorophylllosen Zellen; *c* Zellen, welche später gummificirt werden; *d*, *e* und *f* Mutterzellen des Sporengewebes und zwar *d* ungetheilt, *f* in Theilung begriffen, *e* mit fertig gebildeter Scheidewand. Das Uebrige im Texte. Vergr. 500.

Fig. 9. Marattia cicutaefolia Klf. Gruppe von Sporen in verschiedenen Stadien der Theilung, noch ohne Membran und in bereits bedeutend aufgelockerter Gallertschichte der Mutterzellmembranen liegend. Letztere wurde fortgelassen. Vergr. 500.

Fig. 10. Marattia cicutaefolia Klf. Vierlingsgruppen von bereits mit dünner Membran umgebenen Sporen in den weiten Gallerthüllen der Mutterzellen. Vergr. 240.

Fig. 11. Marattia cicutaefolia Klf. Zwei Sporengruppen. Die aufgequollenen Membranen der Mutterzellen sind bereits vollständig in einander verschmolzen, die Membranen der Sporen schon deutlicher, das Sporenplasma ist bereits farblos. Vergr. 500.

Fig. 12. Marattia cicutaefolia Klf. Zwei Sporen mit bereits ausgebildeter Leiste, doch mit noch glatter Membran, von der Seite und vorne gesehen. Vergr. 500.

Fig. 13. Marattia laxa Kze. Sporen; *a*, *b* und *c* normal und zwar *c* mit Pyramidenflächen und drei Leisten; *d*—*i* mit Lappenbildung verschiedenen Grades. *h* und *i* besitzen zwei Kerne und in *g* ist der eine Kern sehr abnorm ausgebildet. Vergr. 500.

Fig. 14. Marattia cicutaefolia Klf. Gelappte oder Doppelsporen verschiedener Bildung und zwar deren Exosporium im optischen Durchschnitt, mit Weglassung des Inhaltes. Vergr. 500.

Tafel XXI.

Fig. 6. Marattia cicutaefolia Klf. Verticalquerschnitt mitten durch eine Scheidewand, mit beginnender radialer Streckung der Zellen derselben. *b* die sich vertical und horizontal, mit dem Gefässbündel *a* gleichlaufend, streckenden Zellen des Stieles und der Längsscheidewand. Vergr. 120.

Fig. 7. Marattia cicutaefolia Klf. Verticalquerschnitt durch ein Sporenfach. *w* äussere, *wi* innere Wandzellen, beide durch die Vertheilung ihres Inhaltes etwas verschieden; *m* mittlere Zellschichten der Sporangienwand; *c* innerste, den Sporenraum auskleidende, chlorophylllose Zellschicht, die später resorbirt wird; *sp* in Theilung begriffene Sporenmutterzellen; *a* Längsscheidewand der beiden Sporangienhälften. Vergr. 240.

Fig. 15. Marattia cicutaefolia Klf. Verticallängsschnitt durch die Mitte des Sporangiums an der Längsspalte fortgeführt, so dass der obere Theil des Schnittes unverletzt ist. *s* Scheidewand; *zws* die das Fach nach Innen verschliessende einfache Schicht zartwandiger Zellen; *x* die oberen kleineren, *p* die unteren grösseren Zellen der Längsscheidewand; *f* Gefässbündel. Stadium: Sporen fast völlig entwickelt, Verdickung der Zellwände in *s*, *x* und *p* dagegen kaum beginnend. Vergr. 120.

Fig. 17. Marattia cicutaefolia Klf. Horizontalschnitt durch den Stiel (*p*) des Sporangiums mit dem darangrenzenden, unverletzt gebliebenen Wandtheile (*w*); *x* Grenze zwischen beiden Regionen. Zellen in *p* noch nicht verdickt. Vergr. 240.

Fig. 18—22. Verticalquerschnitte durch Marattiaceensporangien in gleichem Entwickelungsstadium: Sporen bereits völlig entwickelt und beim

Schneiden herausfallend, dagegen in den Scheidewänden etc. kaum die Verdickung der Zellwände beginnend. Fig. 18: Marattia cicutaefolia Klf.; Fig. 19: M. alata Sm. (M. weinmanniaefolia Liebm.); Fig. 20: M. laxa Kze.; Fig. 21: M. purpurasceus De Vriese (M. Ascensionis Sm.); Fig. 22: M. Kaulfussii J. Sm. (Eupodium Presl). Vergr. 14.

Fig. 25. Marattia laxa Kze. Kleines, unteres Stück eines Verticalquerschnittes durch ein halbreifes Sporangium. *st* Stiel; *e* Epidermis der Blattunterseite; *w* untere Sporangiumwand; *sp* Spreuschuppe, die hier der unteren Sporangienwand ansitzt. Vergr. 240.

Fig. 26. Marattia cicutaefolia Klf. Stück eines Fiederchens mit halbreifen Sporangien. Nat. Gr.

Fig. 27. Marattia cicutaefolia Klf. Halbreifes Sporangium von der Seite gesehen; die dunklen Stellen sind die durchscheinenden Querscheidewände. Vergr. 6.

Fig. 28. Marattia cicutaefolia Klf. Halbreifes Sporangium halbirt. Vergr. 9.

Fig. 29. Marattia cicutaefolia Klf. Fiederchenstück mit reifen, geöffneten Sporangien. Nat. Gr.

Fig. 30. Marattia cicutaefolia Klf. Reifes, geöffnetes Sporangium halbirt. Vergr. 9.

Fig. 31. Marattia cicutaefolia Klf. Reifes, geöffnetes Sporangium der Länge nach halbirt und von der Innenseite. Vergr. 9.

Fig. 32. Marattia cicutaefolia Klf. Horizontalschnitt durch ein halbreifes Sporangium, die entleerten Fächer zeigend. Vergr. 9.

Tafel XXII.

Fig. 16. Marattia cicutaefolia Klf. Theil eines Horizontalschnittes durch die obere Hälfte des Sporangiums im Stadium der völlig ausgebildeten Sporen. *v v* die Grenze der beiden Sporangienhälften, deren Vereinigung bei *sp* unterblieben ist. Vergr. 120.

Fig. 23. Marattia cicutaefolia Klf. Verticalquerschnitt durch einen Theil der Längs- und einer Querscheidewand des völlig reifen, doch noch nicht aufgesprungenen Sporangiums. *w* innere Wandzellen vor der Querscheidewand *s s*; *s* Stelle, wo letztere in die dünnwandigeren Zellen der Aussenwand übergeht und *m* Stelle, wo sie den verdickten Zellen der Längsscheidewand *x* ansitzt; *p* die dünnwandigen seitlichen Zellschichten der Längsscheidewand. Vergr. 120.

Fig. 24. Marattia cicutaefolia Klf. Verticallängsschnitt durch einen Theil eines völlig reifen Sporangiums: Querscheidewand zwischen zwei Fächern. *n* Zellen der oberen und unteren Wand; *m* Stelle, wo die untere Parthie der verdickten Scheidewandzellen der Längswand ansitzt; *x* vertrocknete Zellschicht der Querscheidewand. Vergr. 120.

Fig. 33. Marattia cicutaefolia Klf. (Gymnotheca Raddiana Pr. Original). Abnormes, zweitheiliges Sporangium. Vergr. 4.

Fig. 34. Wie Fig. 33, beide nach Exemplaren aus Brasilien.

Fig. 35. Marattia fraxinea Sm. Abnormes Sporangium nach einem afrikanischen Exemplare.

Fig. 36. Marattia salicifolia Schrad. Stück eines Fiederchens mit reifen, geöffneten Sporangien. Vergr. 8.

Fig. 37. Marattia salicifolia Schrad. Halbirtes Sporangium (reif) von der Innenseite, wie Fig. 34. Vergr. 18.

Fig. 38, 39 und 40. Marattia cicutaefolia Klf. Spreuschuppen von jugendlichen Sporangien. Vergr. 120.

Sämmtliche Figuren sind nach der Natur, die Figuren 1—25 und 38—40 mit Hülfe eines Zeiss'schen Prismas, gezeichnet worden.

IV.

Die Farne der Samoa-Inseln.

Ein Verzeichniss der bis jetzt von den Schiffer-Inseln bekannten Gefässcryptogamen, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Systematik dieser Pflanzengruppe.

Von

Dr. Chr. Luerssen.

Kurz nach Beendigung des Druckes des in diesen „Mittheilungen“ pag. 57—312 unter dem Titel „Filices Graeffeanae“ gegebenen Beitrages zur Kenntniss der Farnflora der Viti-, Samoa-, Tonga- und Ellice's Inseln erhielt ich eine weitere Sendung des Herrn Dr. Ed. Graeffe, welche, einzig von der Insel Upolu stammend, ein so vortreffliches und reiches Material an Gefässcryptogamen bot, dass ich mich veranlasst sah, dasselbe nach seiner Bestimmung als Nachtrag zu erstgenannter Arbeit zusammenzustellen.

Die meisten der in oft riesigen und zahlreichen Exemplaren vorliegenden Arten sind auf dem Krater Tofua gesammelt, von dem Herr Dr. Graeffe in einer Notiz, datirt Apia auf Upolu, 6. September 1870, schreibt: „Eine der ausgezeichnetsten und reichsten Localitäten für cryptogamische Landpflanzen und Orchideen ist der ausgestorbene Krater Tofua im Westende der Insel im Aana-Bezirke. Am Kraterrande, der häufig von Wolken umlagert ist, und auf der Höhe des Berges sind alle Bäume an Stamm und Aesten mit oft schuhlangen Moosen [1]) in dichten Rasen bedeckt, zwischen welchen gewisse Farne und dann Orchideen sich angesiedelt haben. Andere

[1]) Prächtige Formen aus der Gattung Spiridens etc.

Farne lieben die feuchten und steinigen Abhänge oder klettern hoch in die Bäume hinauf, etc."

Einige der von GRAEFFE in der neuen Sendung eingeschickten Arten sind für die Flora der Samoa-Inseln neu, nämlich: Adiantum diaphanum Bl., Aspidium latifolium J. Sm., Aspidium hirtipes Bl., Davallia pallida Mett., Marattia fraxinea Sm. und Selaginella flabellata Spring. Rechnen wir hierzu noch einige früher übersehene Arten, so haben wir mit Einschluss weniger als zweifelhaft angegebenen Formen für die Flora der Schiffer-Inseln zur Zeit 151 Gefässcryptogamen gegen 142 des vorigen Verzeichnisses aufzuführen.

Da Herr Dr. GRAEFFE seinen dauernden Aufenthalt wieder in Hamburg genommen hat, so dürften die Sammlungen desselben für die nächste Zeit wohl die letzten von jener Inselgruppe nach Europa gelangten sein. Aus diesem Grunde wurde auch das vorliegende Verzeichniss mit Wiederholung der schon früher gegebenen Nummern der GRAEFFE'schen und POWELL'schen Sammlungen vervollständigt, damit namentlich mit Rücksicht auf pflanzengeographische Zwecke eine möglichst umfassende Aufzählung vorlag. Dies zur Entschuldigung der vielleicht als überflüssig erscheinenden Erweiterung dieses Nachtrages.

Gleichzeitig wurde die Gelegenheit benutzt, um hie und da einige die Entwickelungsgeschichte und die Systematik betreffende Bemerkungen einzuschalten. Das gegebene System, zum Theil das von SACHS in seinem Lehrbuche der Botanik (2. Aufl. pag. 324) befolgte zum Ausgangspunkte nehmend, soll dabei jedoch keineswegs von Mängeln freigesprochen, sondern nur der Beachtung und Verbesserung von Seiten der Botaniker empfohlen werden.

Cryptogamae vasculares.

Sectio I. Isosporeae.

Sachs, Lehrb. d. Botan. 2. Aufl. p. 324.

Cohors I. Trichosporangieae.

Das Sporangium geht als Produkt des Blattes als Trichom aus einer einzigen oder einer Gruppe von Epidermiszellen hervor. Letzteres ist bei den den Uebergang von den Trichosporangieen zu den

Phyllosporangieen machenden Marattiaceen und Lycopodiaceen der Fall.[1])

Fam. I. Filices.

Ordo I. Hymenophyllaceae.

Die Ordnung der Hymenophyllaceen bildet als niederste Gruppe der Gefässcryptogamen den entschiedenen Uebergang von den Muscineen zu den höher organisirten Farnen und eröffnet daher die Reihe.

Das Sporangium ist, wie ich mich an verschiedenen lebenden Arten der Gattungen Hymenophyllum und Trichomanes überzeugen konnte, ein aus einer einzigen Zelle der Columella hervorgegangenes Trichom, und sämmtliche Sporangien entwickeln sich, so weit ich dies verfolgen konnte, basipetal.[2]) Bei Hymenophyllum und Trichomanes sind die Sporangien sehr kurz gestielt, fast sitzend, sowie mit einem schiefen oder fast horizontalen, vollständigen Ringe versehen, während bei der den Uebergang zu den folgenden Ordnungen machenden Gattung Loxsoma der Sporangienstiel länger und der schiefe Ring unvollständig ist, unvollständig nach Analogie der Polypodiaceen, wie Kuhn bereits in der Botan. Zeitung von 1867 pag. 416 bemerkt, während die grösste Mehrzahl der Pteridographen, darunter auch Mettenius[3]) und Bommer[4]), der letzteren Gattung einen vollständigen, aber aus zweierlei Zellen, verdickten und nicht verdickten, bestehenden Ring zuschreibt. Auch der Bau des aus mehreren Zellenschichten bestehenden und mit Spaltöffnungen versehenen Blattes von Loxsoma deutet auf die Vermittelung zwischen Hymenophyllaceen und den übrigen Ordnungen hin, während selbst die mehrschichtigen Blätter von Trichomanes reniforme, T. elegans, Hymenophyllum demissum, H. scabrum etc.[5]) noch keine Stomata

[1]) Vgl. meine Arbeit über die Entwickelung des Marattiaceen-Sporangiums in diesen „Mittheilungen" I. pag. 313.

[2]) Vgl. Mettenius, Ueber die Hymenophyllaceae in Abhandl. d. Kgl. Sächs. Akad. d. Wissensch., mathem. physik. Classe, VII. 475 und 486.

[3]) Mettenius l. c. pag. 486, während in den Fil. hort. bot. Lips. pag. 112 der Ring von ihm als unvollständig bezeichnet wird.

[4]) Bommer, Monographie de la classe des Fougères; Classification. Bull. d. l. soc. roy. de Botan. de Belgique V, no. 3, pag. 88.

[5]) Von van den Bosch als Diplöophyllaceae bezeichnet.

aufzuweisen haben, ähnlich wie die Arten der Gattung Todea, welche einschichtige Blätter besitzen (Leptopteris Pr.), in dieser Beziehung zwischen Osmundaceen und Hymenophyllaceen stehen. Ob aber die Gattung Loxsoma als eigene Ordnung im Sinne von PRESL, METTENIUS, KUHN, BOMMER u. A. hinzustellen ist, darüber mag ich vorläufig noch kein Urtheil wagen. Einstweilen mag sie als eine Unterordnung bildend bei den Hymenophyllaceen stehen bleiben.

1. Hymenophyllum Sm.

1. Hymenophyllum dilatatum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 245. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 202.[1]) Brack. Fil. U. S. Explor. Exped. 268.

Upolu[2]). An Baumstämmen am Krater des Mt. Tofua, häufig und in grossen Rasen reich fructificirend: GRAEFFE no. 1105! Ueberhaupt in der montanen Region dieser Insel sehr verbreitet: GRAEFFE no. 341!

Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 221!

Tutuila: GRAEFFE no. 426!

— POWELL no. 105!

Die von Dr. GRAEFFE gesammelten Exemplare dieser Art sind identisch mit dem Hymenophyllum formosum Brack., welches METTENIUS (Novara-Exped. l. c.) zu H. emarginatum Sw. (Syn. Fil. 148, 377) zieht, während er das echte H. dilatatum Sw. als nur auf Neuseeland vorkommend angiebt. Für die Viti-Inseln ist BRACKENRIDGE noch nachträglich als Gewährsmann zu nennen.

2. Hymenophyllum polyanthos Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 246. Bedd. Ferns of S. India 88, tab. 277. Brack. Fil. U. S. Explor. Expedit. 270.

— POWELL no. 107!

---

[1]) Dieses Werk, sowie Beddome's Ferns of Southern India (aus dem in der ersten Arbeit einige Citate nach Kuhn's Angaben entnommen wurden) und Brackenridge's Arbeit im XVI. Bande d. U. S. Explor. Expedit. (die ich der Güte des Herrn Dr. Kuhn verdanke) sind mir erst kürzlich zugänglich geworden, weshalb ich hier die betreffenden Arten noch nachträglich citire.

[2]) Die grösste der Schifferinseln ist zwar Savai, doch ist hier Upolu, die nächst grösste, vorangestellt, weil von dieser das reichste Material vorliegt.

3. Hymenophyllum Feejeense Brack.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 246.

— Powell no. 106!

Für die Viti-Inseln giebt Brackenridge (l. c.) Ovalau, an feuchten Felsen und Bäumen bis zu 2000 Fuss, an.

4. Hymenophyllum Tunbridgense Sm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 246. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 200.

Upolu. An Baumstämmen am Krater des Mt. Tofua in grossen Rasen: Graeffe no. 1104!

Savai. An Bäumen in der montanen Region: Graeffe no. 248! [1])

2. Trichomanes L.[2])

5. Trichomanes peltatum Baker.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 237.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 313!

— Powell no. 125!

---

[1]) Hymenophyllum affine Brack. l. c. 265, tab. 37, fig. 1. — Lssn. Fil. Graeff. l. c. 247. Ovalau, an Felsen: Brackenridge! „This is related to the H. Tunbridgense; from which it is distinguished by the shorter stipe, the broader fronds, the crowded and imbricate pinnae, and particularly by its obovate, deeply divided, entirelipped indusium. In the latter respect it resembles more the H. Wilsoni, but the indusium is not inflated at the base as in that species; the form of the fronds and direction of the pinnae are also very different.“ Brack. l. c.

Ferner ist hier für die Viti-Inseln nach Brackenridge's Angaben nachzutragen:

Hymenophyllum flabellatum Labill. Fl. Nov. Holl. I. 101, tab. 250, fig. 1. Willd. Sp. Pl. V. 526. Hook. Sp. Fil. I. 111. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 272. Hook. Bak. Syn. 61. H. nitens RBr. Prodr. Fl. Nov. Holl. 159. Hk. et Grev. Icon. Fil. tab. 197.

Viti-Inseln: Brackenridge!

Verbr. Neuholland, Neuseeland, Lord Auckland Inseln.

„The figure of H. nitens in the Icones Filicum is a very characteristic representation of our Feejee plant. The New Zealand plant is much smaller; the fronds ovate and cordate at the base. In both the rhizoma and stipe are pilose.“ Brack. l. c.

[2]) Trichomanes Vitiense Bak. (Lssn. Fil. Graeff. l. c. 237), bisher nur von Viti bekannt, fand ich neuerdings auch in Moosrasen, welche von Frau Amalie Dietrich in Neuholland am Brisbane river, Queensland, gesammelt worden waren.

Ausser von den Viti- und Samoa-Inseln und Neu-Caledonien ist diese zierliche Art jetzt auch von den Pelew- oder Palao-Inseln (West-Carolinen) bekannt geworden. Ich fand sie, vom Capitän A. Tetens gesammelt, auf einem Stück Baumrinde, ganz von T. humile überwuchert, aber gut fructificirend.

6. Trichomanes muscoides Sw.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 238.
— Powell no. 137!

7. Trichomanes parvulum Poir.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 239. Brack. Fil. U. S. Explor. Exped. 250.
Upolu: Graeffe no. 578!

8. Trichomanes digitatum Sw.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 239.
Savai: Graeffe no. 248!
— Powell no. 108 (T. digitatum) und no. 128 (T. Powellii Baker)!

9. Trichomanes humile Forst.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 240. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 200.
— Powell no. 101 et 262!

10. Trichomanes bipunctatum Poir.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 241.
Trichomanes Filicula Bory. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 200. Bedd. Ferns of S. India 2, tab. 7.
Upolu: Graeffe no. 567! An den Stämmen der Waldbäume auf dem Mt. Tofua, grosse Rasen bildend: Graeffe no. 1101!
— Powell no. 100! Brackenridge (An Felsen, todtem Holze und Baumstämmen, verbreitet.)! [1])

11. Trichomanes Javanicum Bl.
Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 261.
var. alatum Kuhn.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 242.

---

[1]) Nach Brackenridge l. c. 252 auch auf den Viti-Inseln häufig.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1102! Ohne specielle Angaben: Graeffe no. 339!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 225!

Tutuila: Graeffe no. 269!

— Powell no. 23! Brackenridge!

Die betreffende Varietät muss namentlich auf Upolu sehr gemein sein, da sie mir in sehr zahlreichen und prächtig und reich fructificirenden Exemplaren vorliegt. Die Grundform sah ich bis jetzt weder von den Samoa- noch von den Viti-Inseln. Brackenridge, der T. Javanicum ebenfalls auf den Viti-Inseln sammelte, giebt zwar T. alatum Bory als Synonym an, sagt aber in der Beschreibung nichts über die Form der Indusienmündung.

12. Trichomanes caudatum Brack.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 242.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 340, 342!

— Powell no. 103![1])

13. Trichomanes rigidum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 243. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 199. Brack. l. c. 260 (statt 268, wie irrthümlich citirt).

Savai. Montane Region: Graeffe no. 233!

— Powell no. 34![2])

14. Trichomanes meifolium Bory.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 243.

Trichomanes polyanthos Hook. — Brack. l. c. 258.

Trichomanes exaltatum Brack. l. c. 259: „Feejee Islands; in mountain forests, at the elevation of 1500 feet."

Upolu: Graeffe no. 343! Aut dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1106 und 1140!

Savai: Graeffe no. 233 a!

---

1) Für die Viti-Inseln (Lssn. l. c.) muss Brackenridge als Sammler gestrichen werden, da derselbe nur Tahiti angiebt.

2) „The specimens from the Feejee Islands evidently belong to the variety β. of Hooker, having their „„ultimate and penultimate divisions broader and more crowded"". Brack. l. c. 261.

Tutuila: Graeffe no. 409 et 430!
— Powell no. 35 et 129!

15. Trichomanes maximum Bl.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 244.
Upolu. Montane Region: Graeffe no. 293, 349, 350! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1103!
— Powell no. 24! Brackenridge!
Wie die vorhergehende Art, so muss auch diese auf Upolu, besonders auf dem Mt. Tofua, ungemein häufig sein, da mir viele Exemplare und diese in einer Grösse und Schönheit, wie ich sie noch nie in Sammlungen sah, vorliegen.

16. Trichomanes longisetum Bory.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 245.
Savai. An Baumstämmen in der montanen Region: Graeffe no. 222!
— Powell no. 36!
Brackenridge, Fil. U. S. Explor. Exped. p. 260 giebt für diese Art auch die Viti-Inseln („an Bäumen in Bergwäldern selten“) an.

Ordo II. Gleicheniaceae.

Die Ordnungen der Gleicheniaceen, Schizaeaceen, Osmundaceen und Cyatheaceen gehen wohl am naturgemässesten derjenigen der Polypodiaceen im Systeme vorauf. Besonders die beiden ersten Ordnungen sind es, welche uns als auffällige Erscheinungen unter den Gefässcryptogamen, in die Augen fallend durch den durch ihre eigenthümliche Blattbildung hervorgerufenen Habitus, wie wir ihn bei den jetzt lebenden Cyatheaceen nur noch bei Matonia, bei den Polypodiaceen der Jetztwelt auch nur in seltenen Fällen (Polypodium conjugatum Klf.) sehen, bereits in den frühesten Entwickelungsperioden unserer Erde, in denen Farne erscheinen, in grösserem Reichthum entgegentreten: als Gruppen, welche, damals sich üppiger entwickelnd, jetzt im Aussterben begriffen sind, während die Polypodiaceen jüngeren Epochen angehören und noch jetzt in voller Entwickelung ihres Formenreichthums stehen. Auch die Bildung der Sporangien,

soweit man sie bei jenen ältesten Formen kennt, ist in den meisten Fällen eine mehr an die der heutigen Schizaeaceen erinnernde. Wollen wir einige der wichtigsten Typen jener Perioden hervorheben, so sind es solche der Gleicheniaceen, die uns in Laccopteris Münsteri und L. Göpperti Schk., Gleichenites microphyllus Schk., Andriania baruthiana Braun, Selenocarpus Münsterianus Schk. (mit — soweit erkenntlich — dem Sporangium der Cyatheaceen), Senftenbergia elegans Cda. (mit Schizaeaceen-Sporangium) u. A. entgegentreten. Der Schizaeaceen-Typus der Blattbildung macht sich uns in Sagenopteris rhoifolia Pr., Jeanpaulia Münsteriana Schk. und Anderen bemerklich. Von der Matonia-Form heben wir Thaumatopteris Münsteri Göpp. und Dictyophyllum acutilobum Schk. hervor und als diejenige unserem lebenden Polypodium conjugatum Klf. entsprechende: Clathropteris Münsteriana Schk.. welche auch den Ring der Sporangien als vertikal? erkennen lässt. Palaeopteris hibernica Schimp. erinnert durch die Vertheilung seiner Sporangien über die Blattfläche und die Gestalt seiner sterilen und fertilen Fiedern am meisten an Arten der Gattung Osmunda.

3. Gleichenia R. Br.[1])

17. Gleichenia dichotoma Hook.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 249. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 223.

Upolu: Graeffe no. 291, 394!

— Powell no. 5, 146!

Für die Viti-Inseln ist Brackenridge den Sammlern hinzuzufügen.

Ordo III. Schizaeaceae.

4. Schizaea Sm.

18. Schizaea dichotoma Sm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 253. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 224.

Schizaea Poeppigiana Sturm in Mart. Flora Brasil. I. Fil. pag. 181.

Upolu. Auf dem Berge Waia bei Apia im Westende der Insel, gesellig auf dem Boden wachsend: Graeffe no. 204 a!

(Auf den Viti-Inseln nach Brackenridge auf unfruchtbarem Boden

[1]) Für die Standorte der Viti-Inseln ist von dieser Gattung nachzutragen: Gleichenia flagellaris Spr.; Lssn. l. c. 249. Ovalau: Brackenridge

verbreitet. Ferner ist in der früheren Arbeit aus dieser Ordnung nachzutragen:

Schizaea digitata l. c. 256. — Actinostachys digitata Wall.; Brack. l. c. 304: Viti-Inseln.

Lygodium reticulatum l. c. 252. — Lygodictyon Schkuhrii J. Sm.; Brack. l. c. 301: Viti-Inseln.)

Ordo IV. Osmundaceae.

5. Todea Willd.

19. Todea Fraseri Hook. et Grev.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 257.

Var. bidentata Lssn. l. c.

Savai. Feuchte Wälder der montanen Region in einer Höhe von 2000′ üb. M.: Graeffe no. 237!

Für die Viti-Inseln giebt auch Brackenridge l. c. 309 „Ovalau, in feuchten Bergwäldern selten" an.

Ordo V. Cyatheaceae.

6. Dicksonia L'Herit.

20. Dicksonia Berteroana Hook.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 232.

— Powell no. 45!

21. Dicksonia dubia Gaud.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 233. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 221. Brack. l. c. 273 (statt 293, wie irrthümlich citirt).

— Powell no. 117!

7. Alsophila R. Br.

22. Alsophila Samoënsis Brack.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 234.

— Brackenridge!

„A. arborescens, inermis; stipitibus cum rhachi communi supra

fulvo-tomentosis; frondibus glabris fere membranaceis bipinnatis; pinnulis sessilibus elongato-lanceolatis vix acuminatis pinnatifidis, segmentis oblongis obtusis subfalcatis serratis; rhachibus partialibus cum costa venisque (tenuibus furcatis supra setosis) subtus bullato-squamosis; soris paucis infra-axillaribus costae plusquam margini proximis; receptaculo columnari squama lacera stipato; pilis clavatis inter sporangia."

„Plant arborescent and destitute of prickles. Stipes and main rhachis above furnished with a short and tawny tomentum. Fronds rather flaccid, smooth, submembranaceous, bipinnate; the primary divisions rather distant and spreading. Pinnules sessile, elongated-lanceolate, with a slightly acuminated serrate point, deeply pinnatifid at the base, while towards the point they are less so. Segments oblong, obtuse, very slightly falcate and serrated, beset with bullate scales on the costa and veins beneath; the rhachis of the pinnae and pinnules furnished above with setose hairs. Veins slender, and most prominent on the under side, usually only once forked. Sori few and small, from 4 to 8 on a segment, seated on the veins immediately below the fork, and closer to the costa than the margin. Receptacle columnar, furnished with a small lacerated scale at its base. Sporangia mixed with articulated clavate hairs." Brack. l. c.

23. **Alsophila decurrens Hook.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 234.
— Graeffe no. 522! Brackenridge („Stamm 2—4' hoch")!

24. **Alsophila truncata Brack.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 234.
— Powell no. 119! In Bergwäldern, selten: Brackenridge!

25. **Alsophila lunulata R. Br.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 235.
— Graeffe no. 524! Powell no. 85! An niedrigen, sumpfigen Orten: Brackenridge!

8. Cyathea Sm.

26. **Cyathea propinqua Mett.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 235.

Upolu. Montane Region, Mt. Tofua: GRAEFFE no. 237! — BRACKENRIDGE!

Ordo VI. Polypodiaceae.

Subordo I. Acrostichaceae.[1])

Mett. Fil. Hort. Lips. 12.

9. Acrostichum L.

27. Acrostichum conforme Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 64. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 202. Elaphoglossum Schott — Bedd. Ferns of S. India 67, tab. 198.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1114! — POWELL no. 121!

Die in der neuesten Sendung Dr. GRAEFFE's mir vorliegenden Exemplare dieser sehr variabelen Art gehören der Form des Elaphoglossum Feejeense Brack. an und zeichnen sich durch grosse, lanzettliche (45 Cmtr. lange und bis 3 Cmtr. breite) sterile Blätter mit verhältnissmässig kurzem Blattstiel aus, während die Vitiform viel kürzere, aber lang gestielte, breit lanzettliche bis ovale Blätter mit sehr stumpf abgerundeter Spitze besitzt. Erstere erinnern an manche der mir bekannten Cap-Formen, letztere an das Elaphoglossum obtusum J. Sm. von den Philippinen. Trotzdem möchte ich dieselben nicht als Arten trennen, da Mittelformen, wenn auch mir bis jetzt nicht aus unserem in Rede stehenden Florengebiete bekannt, existiren.

28. Acrostichum samoënse Baker.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 66, Brack. Fil. U. S. Explor. Exped. XVI. 68: Elaphoglossum Samoense Brack. sp. nov.

„E. caespitosum; stipite tereti villoso; frondibus simplicibus, subcoriaceis oblongo-lanceolatis obtusis utrinque sparse villosis, fertilibus multo minoribus lanceolatis obtusis; venis prominentibus furcatis patentibus.“

[1]) Die von Mettenius l. c. gegebenen Unterabtheilungen der Polypodiaceen werden hier, bis eine bessere Begrenzung mancher Gattungen vorliegt, vorläufig beibehalten.

„Hab. Tutuila, Samoan Islands; in the vicinity of Pago-pago Bay, in mountain forests, on trees.“

„Rootstock caespitose, short and globose, coated with ferruginous, villose, squamose scales. Sterile fronds subcoriaceus, oblong-lanceolate, obtuse, about a span long, and 10 lines broad, villous with sparse, brown hairs on the margin, together with the forked veins and costa, which are prominent on both sides; the fertile fronds lanceolate, obtuse, $2^1/_2$ inch. long by 6 lines broad. Stipe about 4 inch. long, that of the sterile frond about half this length, densely villose; the hairs a little deflexed.“

„This is related to A. strictum of Raddi; but the fertile frond is much smaller in proportion to the sterile one than in Raddi's plant, which has a shorter stipe and narrower sterile fronds.“

10. Chrysodium Fée.[1]

29. Chrysodium aureum Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 66.

Chrysodium vulgare Fée. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 202.

Upolu. Brackwassersümpfe der Küste: Graeffe no. 275, 326, 431 et 1044!

---

[1]) Der no. 5. Chrysodium Zollingeri Kuhn; Lssn. l. c. 69, ist als weiteres Synonym beizufügen: Cyrtogonium rivulare Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 85, tab. 11, fig. 2. Acrostichum rivulare Hook. Spec. Fil. V. 263. Brackenridge giebt diese Art für „Ovalau, Feejee Islands; banks of streams, on wet rocks, in shady places“ an. Seine Beschreibung lautet:

„C. rhizomate repente; stipitibus angularibus paleaceis; frondibus membranaceis glabris oblongis attenuatis basi pinnatis versus apicem sinuato-pinnatifidis, fertilibus minoribus; pinnis integris oblongo-lanceolatis vel ovatis obtusis subfalcatis apice proliferis.“

„Rootstock creeping, about the thickness of a goosequill, and paleaceous; the paleae reticulate, ovate-oblong, attenuate, dentate. Stipes angular, slightly furrowed, 4—5 inches long; that of the fertile frond 12—14 inches long, and, together with the rhachis, bearing slender, rufous paleae. Sterile fronds 8—10 inches long, smooth and membranaceous, oblong, attenuated, the base pinnate, towards the apex sinuato-pinnatifid, the latter with the obtuse points of the pinnae proliferous. Fertile fronds small, not exceeding 4 inches in length, with the points of the pinnae oblong-lanceolate or ovate, more rounded than in the sterile ones. Sporangia of a pale straw-colour, concealing the whole of the under surface.“

Tutuila: Graeffe no. 453!

— Powell no. 69, 70!

Graeffe's letzte Sendung enthält Blätter von 2 Meter Länge und darüber.[1])

30. Chrysodium cuspidatum Kuhn.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 68.

Chrysodium repandum Mett. Novara-Exped. Bot. I. 202. — Poecilopteris J. Sm. Bedd. Ferns of S. India 68, tab. 202.

Upolu. An dunkelen, feuchten Stellen in den Wäldern der collinen und montanen Region, namentlich an Bächen auf steinigem Grunde — „selten und besonders selten fructificirend: Graeffe no. 1045!

— Powell no. 66, 67!

31. Chrysodium (Lomariopsis) sorbifolium Lssn.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 71.

Stenochlaena longifolia J. Sm. — Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 75.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 1132!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 226!

Tutuila: Graeffe no. 177, 404, 555! Brackenridge!

— Powell no. 21!

Var. oleandrifolia Lssn. l. c. 73. Brack. Fil. U. S. Explor. Expedit. XVI. 75:

Stenochlaena oleandrifolia Brack. n. sp.

Die einzigen Unterschiede zwischen den mir vorliegenden Pflanzen und denen von Brackenridge, vorzüglich dessen Abbildung, sind folgende:

Graeffe's Pflanzen fehlt das einzige, unterste Fiederpaar der sterilen wie fertilen Blätter, ein Umstand, der sich leicht daraus erklärt, dass dieselben ersichtlich viel jünger sind, wie das in der Abbildung l. c. dargestellte Exemplar; die eine derselben besitzt sogar noch eines der ersten, lanzettlichen, ganzrandigen, kleineren Blätter. — Dass Brackenridge's Pflanzen an der Blattspitze und an den Spitzen der Segmente proliferiren, dürfte dem Standorte und seinen Einflüssen zuzuschreiben sein. — Auf die etwas verschiedene Färbung der Sporangien lege ich kein Gewicht. —

[1]) Zu den Standorten der Viti-Inseln ist noch nachzutragen: „Exploring Island Munia: Graeffe no. 1002!" und für Tongatabu Brackenridge als Sammler zu erwähnen.

„S. rhizomate scandente; stipitibus glabris basi teretibus paleaceis; frondibus coriaceis latis pinnatis; pinnis petiolatis, sterilibus late lineari-lanceolatis acuminatis basi oblique cuneatis margine integerrimis recurvis, fertilibus linearibus elongatis acutis basi rotundatis margine leviter undulatis; rhachi paleacea hirsuta."

„Hab. Feejee Islands: ascending the trunks of trees."

„Rootstock long and climbing, about the thickness of a little finger, and almost entirely concealed with ochraceous, long, slender, submembranaceous paleae. Stipes smooth, about 5 inch. long; both kinds about equal, nearly terete at the base, with a shallow groove in front towards the base of the frond, and densely covered with long, slender, reflexed and twistet, brown paleae. Both kinds of fronds are about equal in size, broad, from 15—18 inch. long, very coriaceous, pinnate. Pinnae from 12—14 in number, about a span long, petiolate; the petiole very distinctly articulated with the rhachis: sterile ones 9 lines broad, linear-lanceolate, tapering rather suddenly into a short acuminate point, the base obliquely cuneate; the margin rather thick and recurved: fertile ones 3—4 lines broad, long-linear, acute, with a rounded base and a somewhat undulated margin.

— Powell (t. Hook.)!

11. Polybotrya H. B. K.

32. Polybotrya lomarioides Kuhn.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 74.

Upolu: Graeffe no. 368!

Tutuila: Graeffe no. 423, 456! In der Nachbarschaft der Pago-pago Bay: Brackenridge (als Lomagramma pteroides — vgl. Lssn. Fil. Graeff. l. c. 75.)!

— Powell no. 26, 28!

Subordo II. Polypodieae.

Mett. l. c. pag. 12.

12. Vaginularia Fée.

33. Vaginularia Junghuhnii Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 75.

Monogramme Hook. — Bedd. Ferns of S. India 81, tab. 210.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1113!

Savai: Graeffe no. 258!

Tutuila: Graeffe no. 266!

Samoa, in feuchten Wäldern an Baumstämmen: Brackenridge! — Powell no. 11!

13. Vittaria Sm.[1]

34. Vittaria elongata Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 90, 94. Bedd. Ferns of S. India 7, tab. 21.

Vittaria plantaginea Bory, var. elongata Mett. Novara-Exped. Bot. I. 203.

Upolu: Graeffe no. 287, 391! Am Krater des Mt. Tofua: Graeffe no. 1049, 1050! An Bäumen in einem Brackwassersumpfe bei Apia: Graeffe no. 1133!

Tutuila: Graeffe no. 406!

— Powell no. 12!

35. Vittaria scolopendrina Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 95.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua an Bäumen des Kraters in riesigen Exemplaren mit Blättern von bis 1 Meter Länge: Graeffe no. 1051!

---

[1]) Mit der Gattung Vittaria vereinigt Baker in Mart. Flor. Brasil. Fil. pag. 544 einige Arten der aus so vielen unhaltbaren Formen zusammengewürfelten Gattung Taenitis Sw., wie namentlich Taenitis lanceolata RBr. und T. angustifolia RBr., beide Arten wohl mit vielem Rechte. Dass auf die Nervenanastomose kein sehr grosses Gewicht zu legen ist, zeigen uns viele andere Gattungen, in denen Arten mit freien und mannigfach anastomosirenden Nerven beisammen stehen, und die dann nach dem Vorgange von Presl, Fée und Anderen wieder in die Unzahl kleiner unhaltbarer Gattungen aufgelöst werden müssten, die glücklicherweise jetzt aus den meisten neueren pteridographischen Werken verschwunden sind. Dass ferner die Nervatur oft bei einer und derselben Form wechselt, tritt uns z. B. bei manchen Lindsayen entgegen; die Neigung der Vittaria Amboynensis Fée, hie und da Seitennerven anastomosiren zu lassen, ist bereits in dem vorliegenden Bande pag. 91 erwähnt worden. Eine durchgreifende, reformatorische Bearbeitung der Farne nach jeder Richtung hin, freilich nur dem möglich, der über ein sehr umfangreiches Material zu gebieten hat, wäre sehr am Platze, damit endlich einmal einer klaren Anschauung Bahn gebrochen wird.

Savai. An Baumstämmen in der montanen Region: Graeffe no. 219!

— Powell no. 116!

14. Antrophyum Klf.

36. Antrophyum callaefolium Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 96. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 203.

Upolu. Küsten- und Bergregion: Graeffe no. 278, 352, 376! Auf dem Mt. Tofua pseudoparasitisch an Bäumen in der Nähe des Kraters: Graeffe no. 1046! Ueberhaupt ist diese Art in schattigen Wäldern der Insel überall sehr häufig und meistens in sehr grossen Exemplaren anzutreffen, die nach Dr. Graeffe's Notiz „während der trockenen Jahreszeit oft ganz verwelken, um bei eintretendem Regen wieder aufzuleben".

Tutuila: Graeffe no. 376a!

— Powell no. 71? Brackenridge!

37. Antrophyum plantagineum Klf.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. p. 97. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 203. Bedd. Ferns of S. India 76, tab. 52 (als A. reticulatum auf der Tafel bezeichnet, doch im Texte berichtigt).

var. angustata Hook.

Upolu. Montane und Küsten-Region: Graeffe no. 279, 385! Auf dem Mt. Tofua, doch mehr in den unteren Regionen, als auf der Höhe des Berges: Graeffe no. 1047! An Mangrovestämmen in einem Brackwassersumpfe bei Apia: Graeffe no. 1134!

Tutuila: Graeffe no. 267, 405!

— Powell no. 29!

38. Antrophyum reticulatum Klf.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 98. Bedd. Ferns of S. India 76, tab. 231 (nicht 52). Brack. l. c. 63.

Tutuila. Montane Region: Graeffe no. 563!

39. Antrophyum subfalcatum Brack.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 98.

Upolu. Küsten- und Berg-Region, pseudoparasitisch auf Bäu-

men: GRAEFFE no. 351, 1008! Am Krater des Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1048!

Tutuila: GRAEFFE no. 276 a, 406 a!

— PARKER! POWELL no. 126!

Es liegen mir aus der letzten GRAEFFE'schen Sendung unter anderen auch Exemplare vor, welche die Vermuthung zulassen, als sei das Antrophyum subfalcatum Brack. nur eine Jugendform des A. reticulatum Klf. Namentlich zeigt ein Exemplar von GRAEFFE's no. 1048 den Uebergang von der typischen BRACKENRIDGE'schen Art zu solchen Blättern, die als schmalblätterige Form zu A. reticulatum Klf. sich ähnlich verhalten würden, wie A. angustatum Brack. zu A. plantagineum Klf.

15. Polypodium L.

40. Polypodium setigerum Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 100.

— POWELL no. 96!

41. Polypodium nutans Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 101.

Prosaptia nutans Mett. Novara-Exped. Bot. I. 214.

Polypodium decorum Brack. — Bedd. Ferns of S. India 78, tab. 238 a.

— POWELL no. 94!

Für Viti ist der von BRACKENRIDGE genauer bezeichnete Standort des hierher gehörigen P. contiguum Brack. das Gebirge hinter Muthuata in einer Höhe von 2000'.

42. Polypodium samoënse Bak.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 102.

— POWELL no. 111!

43. Polypodium cucullatum Nees et Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 102.

Calymmodon cucullatus Pr. — Bedd. Ferns of S. India 7[illegible] tab. 233.

Grammitis Bl. — J. Sm. in Hook. Journ. of Bot. III. 394.

— POWELL no. 105!

44. **Polypodium tamariscinum Klf.**

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 102. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 12. Polypodium tripinnatifidum Brack. l. c. 13.

— POWELL no. 95!

45. **Polypodium subauriculatum Bl.**

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 103.

var. serratifolia Hook.

Upolu: GRAEFFE no. 379! Auf dem Mt. Tofua, riesige Exemplare: GRAEFFE no. 1061!

Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 259, a!

Tutuila. Küstenzone: GRAEFFE no. 433, 434, 320!

— POWELL no. 124! BRACKENRIDGE!

GRAEFFE's no. 1061a besteht aus einigen jungen Pflanzen mit einfachen, lanzettlichen, am Rande unregelmässig gekerbten, lang gestielten Blättern, oder ebensolchen, an der Basis stark geöhrten oder mit 1—3 Fiederpaaren versehenen. Die ersteren Formen sind auf der Unterseite, vorzüglich auf den Nerven, sowie am Rande, zerstreut weich-borstig behaart. Diese Behaarung verschwindet jedoch sehr bald schon an etwas entwickelteren Formen.

46. **Polypodium adnascens Sw.**

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 103. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 216.

Niphobolus adnascens Klf. — Bedd. Ferns of S. India 62, tab. 184. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 38. — Niphobolus carnosus Bl.; Brack. l. c. 36. — Niphobolus varius Klf.; Brack. l. c. 38. — Niphobolus glaber Klf. Enum. Fil. 127. Brack. l. c. 38.

Polypodium varium Mett. Novara-Exped. Bot. I. 216.

Upolu. Küstenregion: GRAEFFE no. 288, 324, 1144! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1112! „Auf der Insel überhaupt an allen sonnigen, offenen Stellen an Bäumen, namentlich an Cocospalmen und Mangrovestämmen, das Rhizom dem Stamme dicht angedrückt und klafterlang hinaufkriechend.“

Savai. Küstenregion: GRAEFFE no. 251!

— POWELL no. 1! BRACKENRIDGE! (Niphobolus adnascens l. c., auch für die Viti-Inseln von demselben angegeben.)

Die mir von Upolu vorliegenden Formen der letzten Sammlung des Herrn Dr. GRAEFFE sind besonders durch bis $^1/_2$ Meter lange, schmale Blätter ausgezeichnet.

47. Polypodium Loxogramme Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 105.

Loxogramme lanceolata Pr. — Bedd. Ferns of S. India 17, tab. 51.

Upolu. An Baumstämmen in der Nähe des Kraters auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1065!

Savai: Graeffe no. 229!

Tutuila: Graeffe no. 411!

— Powell no. 97!

? 47. a. Polypodium involutum Metten.

Metten. Fil. Hort. Lips. 37, tab. XXV, fig. 26, 27; Polypod. no. 218.

Gymnogramme involuta Hook. Sp. Fil. V. 155. Hook. Bak. Syn. Fil. 387.

Selliguea involuta Kze. Linnaea XXIV. 252. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 58?

„Samoan and Feejee Islands: high on the branches of trees. In a recent state, the fronds of this species are not involute; and although in our specimens they are not so large as represented in the Icones Filicum (Hk. et Grev. tab. 53), the plant is evidently the same.“ (Brack. l. c.)

Haben wir es hier vielleicht mit einer Verwechselung mit Polypodium Loxogramme Mett., der auf jenen Inseln so häufigen Art, zu thun? Ich habe Brackenridge'sche Exemplare nicht gesehen.

48. Polypodium accedens Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 105.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua, an Bäumen des Kraters: Graeffe no. 1064!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 247!

Tutuila: Graeffe no. 459!

— Powell no. 93! Brackenridge!

49. Polypodium punctatum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 107.

Polypodium irioides Poir. — Mett. Novara-Exp. Bot. I. 216.

Drynaria polycarpa Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 44.



Tutuila: BRACKENRIDGE! (Für die Viti-Insel Ovalau giebt BRACKENRIDGE das P. punctatum Sw. — Drynaria obtusata Brack. — ebenfalls als auf Bäumen wachsend an.)

50. Polypodium conjugatum Klf.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 107.

— POWELL no. 113!

51. Polypodium Phymatodes L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 108. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 215. Drynaria vulgaris J. Sm. — Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 53.

Pleopeltis Phymatodes Moore. — Bedd. Ferns of S. India 57, tab. 173.

Upolu. Montane und littorale Region: GRAEFFE no. 299, 311, 365! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1063! An Mangrovestämmen in den Brackwassersümpfen bei Apia: GRAEFFE no. 1141!

Savai: GRAEFFE no. 129, 240!

Tutuila. Montane Region: GRAEFFE no. 462!

— POWELL no. 48! BRACKENRIDGE! (der auch für die Viti-Inseln und Tongatabu als Gewährsmann zu nennen ist.)

52. Polypodium Powellii Baker.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 109.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 317 et 1143!

— POWELL no. 135!

Die no. 1143 umfasst grosse, vollständige Exemplare mit Rhizom, die ohne Zweifel der BAKER'schen Art angehören, und mit denen die no. 317 vollkommen übereinstimmt.

53. Polypodium longissimum Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 110.

Pleopeltis Moore. — Bedd. Ferns of S. India 59, tab. 176.

Upolu. Auf dem Berge Waia bei Apia: GRAEFFE no. 1142!

— POWELL no. 14!

Den Synonymen dieser Art ist wohl ohne Zweifel Drynaria alternifolia Brack. U. S. Expl. Exped. 53 hinzuzufügen. Ich kenne von derselben nur ein im KUNZE'schen Herbarium befindliches Original-Blattfragment mit 2 Fiedern, von METTENIUS' Hand als Polypodium alternans Mett. (mscr.) bezeichnet, doch lässt dieses die oben geäusserte Ver-

muthung sehr wohl zu. Brackenridge zieht zu seiner Art das Polypodium alternifolium Willd. Spec. Plant. V. 168 (Mett. Polypod. no. 204, b, tab. I. fig. 35.), dessen Diagnose gut mit seinem Exemplare übereinstimmt, auf anderer Seite aber auch ganz für gewisse Formen des P. longissimum Bl. passt. Ebenso vortrefflich stimmt die von Mettenius l. c. gegebene Zeichnung der Nervatur und Sorusstellung mit dem Brackenridge'schen Fragmente von Drynaria alternifolia im herb. Kze. überein. Es ist daher den für die Viti-Inseln gegebenen Standorten zuzufügen: Vanua Levu, Sandalwood oder Mbua Bay am Westende der Insel: Brackenridge!

54. Polypodium dilatatum Wall.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 111.

Polypodium sylvaticum Mett. Novara-Exped. Bot. I. 215. Drynaria Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. pag. 343; dieser Name wurde nachträglich für den im Texte pag. 47 gegebenen D. acuminata Brack. gesetzt, da bereits eine D, acuminata Brack. l. c. 42, unser Polypodium accedens Bl., voraufgeht.

Upolu. Montane und submontane Region: Graeffe no. 364! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1062! Küstenregion: Graeffe no. 1062a! (Ein Exemplar, welches sich durch derbere Textur auszeichnet.)

Savai: Brackenridge!

— Powell no. 55!

Zum Verbreitungsbezirke dieser Art müssen Tahiti und Rarotonga (Cook's Inseln) hinzugefügt werden.

16. Gymnogramme Desv.

55. Gymnogramme tartarea Desv.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 113. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 24.

Tutuila. An der Küste der Pago-pago Bay, auf Felsen: Brackenridge!

— Powell no. 21!

17. Adiantum L.

56. Adiantum lunulatum Burm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 116. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 203.

Upolu: Graeffe no. 377! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no.

1040! „Findet sich auf der ganzen Insel, auf dem Mt. Tofua sowohl, als auch an Mauern und Felsen in der Küstengegend."

— POWELL no. 19! BRACKENRIDGE! (Auch für Viti Autor.)

57. Adiantum diaphanum Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 115. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 204.

Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 1011!

18. Pteris L.

58. Pteris concolor Langsd. et Fisch.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 119.

Pteris geraniifolia Raddi. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 206. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 111.

Cassebeera pedata J. Sm. in Hook. Journ. of Bot III. 404.

— POWELL no. 15! BRACKENRIDGE!

59. Pteris ensiformis Burm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 123.

Pteris crenata Sw. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 207. Bedd. Ferns of S. India 12, tab. 35. Brack. l. c. 114.

Upolu. Küstenregion: GRAEFFE no. 301, 304, 389! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1041!

Tutuila: GRAEFFE no. 436!

— POWELL s. no.! BRACKENRIDGE! („Samoan and Feejee Islands. Near the sea-coast, and particularly in the vicinity of native villages and dwellings: very abundant in shady situations.")

60. Pteris biaurita L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 123.

Pteris quadriaurita Retz. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 207. Bedd. Ferns of S. India 11, tab. 31.

Campteria biaurita Hook. — Bedd. l. c. 14, tab. 44.

Pteris longipinnula Wall. — Bedd. l. c. 14, tab. 43.

Pteris repandula Link, var. — Nervi laciniarum infimi anastomosantes — P. biaurita L. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 207.

Pteris nemoralis Willd. — Brack. l. c. 114, et Pteris Blumeana Ag. — Brack. l. c. 115.

Upolu. Montane Region: GRAEFFE no. 329, 360, 399! Auf

dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1042! Ueberall an schattigen Waldstellen, namentlich aber an Waldrändern: Graeffe no. 1138!

Tutuila: Graeffe no. 464!

— Powell s. no.! Brackenridge!

Die Graeffe'schen Pflanzen gehören sämmtlich der Form quadriaurita — asperula J. Sm. an, variiren aber in Bezug auf Anzahl und Länge der Dornfortsätze auf den Nerven sehr und ebenso in Grösse, Färbung der Rhachis etc.

61. Pteris patens Hook.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 127. Bedd. Ferns of S. India 69, tab. 205.

Upolu: Graeffe no. 294, 1137!

Savai: Graeffe no. 564!

Tutuila: Graeffe no. 378!

62. Pteris aculeata Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 128.

— Powell no. 41!

63. Pteris incisa Thbg.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 129. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 208.

var. aurita Hook. et Bak.

Pteris aurita Bl. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 208. — Litobrochia Pr.; Bedd. Ferns of S. India 74, tab. 221.

— Powell no. 120!

64. Pteris marginata Bory.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 131.

Pteris tripartita Sw. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 208. — Litobrochia Pr.; Bedd. Ferns of S. India 73, tab. 220.

Upolu. Küstenregion: Graeffe no. 375, 388, 1043!

Manua: Brackenridge!

Savai: Brackenridge!

— Powell no. 74! [1])

[1]) Für die Viti-Inseln ist von Arten der Gattung Pteris nachzutragen:

Pteris aquilina var esculenta Forst. — Lssn. Fil. Graeff. l c. 127. Brack. Fil. l. c. 117. — Viti-Inseln: Brackenridge!

Pteris marginata Bory. — Lssn. Fil. Graeff. l. c. 131. — Feejee Islands; on the margins of cultivated lands: Brackenridge!

Subordo III. Aspleniaceae.

Mett. l. c. pag. 13, 14.

19. Blechnum L.

65. Blechnum orientale L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 133. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 208.

Upolu. Montane Region, von 500—2000′ üb. M.: GRAEFFE no. 277, 281, 298, 362, 1139!

— POWELL no. 33! BRACKENRIDGE! (Auch für die Viti-Inseln nachzutragen!)

66. Blechnum (Lomaria) vulcanicum Kuhn.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 137.

var. gigantea Lssn. l. c.

Upolu. Montane Region, am Krater des Mt. Tofua: GRAEFFE no. 344 und 1039!

Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 239, 254!

67. Blechnum (Lomaria) procerum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 138.

Lomaria procera Spr., L. capensis Willd. et L. chilensis Klf. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 209.

Lomaria procera Spr., et L. Gilliesii Hk. et Grev. — Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 126, 127.

— POWELL no. 91! [1])

[1]) Es ist ferner nachzutragen:

Blechnum cartilagineum Sw. — Lssn. Fil. Graeff. l. c. 132. Brack. l. c. 130. Die var. vittata l. c. wird von Brackenridge als „in wet lands" vorkommend angegeben.

Blechnum polypodioides Kuhn. — Lssn. l. c. 135. Lomaria onocleoides Spr. — Brack. l. c. 124.

Blechnum lanceolatum Sturm. — Lssn. l. c. 136. Lomaria lanceolata Spr. — Brack. l. c. 121. Mett. Novara-Exp. Bot. I. 209. Viti-Insel Vanua Levu, Sandalwood Bay: Brackenridge!

Blechnum reptans Lssn. l. c. 142. Als genauerer Standort für Fidschi ist Vanua Levu, Sandalwood Bay, auf Bäumen, zu notiren.

Woodwardia Sm.

W. media Fée. — Lssn. l. c. 142. Doodia Kunthiana Gaud. — Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 137, 138: „var. β pinnis remotis, soris fere biseriali-



20. Asplenium L.

68. Asplenium Nidus L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 146. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 211.

Thamnopteris Phyllitidis Pr. — Bedd. Ferns of S. India 42, tab. 123.

Upolu: GRAEFFE no. 297, 308! Küstenregion der Insel: GRAEFFE no. 1077! An Mangrovestämmen in den Brackwassersümpfen bei Apia! GRAEFFE no. 1077a!

Tutuila: GRAEFFE no. 407!

— POWELL no. 146! BRACKENRIDGE!

Die von Dr. GRAEFFE auf den Samoa-Inseln gesammelten Exemplare dieser Art gehören der früher als Asplenium musaefolium Mett. unterschiedenen Form an. Eines der Blätter hat eine Länge von fast 2 Metern bei 20 Cmtr. Breite. — BRACKENRIDGE sammelte Exemplare, wie GRAEFFE, auch auf Tongatabu.

69. Asplenium amboinense Willd.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 148.

var. Feejeense Lssn. l. c.

Upolu: GRAEFFE no. 355! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1072!

Savai: GRAEFFE no. 241!

— POWELL no. 72a! BRACKENRIDGE!

Zahlreiche grosse Exemplare, welche in Bezug auf die Länge des Blattstieles sehr variiren.

BRACKENRIDGE giebt das Vorkommen des A. amboinense und Feejeense auf Baumstämmen und feuchten Felsen, erstere Form in einer Meereshöhe von 2000 Fuss, an.

70. Asplenium multilineatum Hook.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 150.

Upolu. Montane Region, in schattigen Wäldern an den Stämmen

---

bus. Feejee Islands. In the Feejee plant, the pinnae are remote and sometimes an inch or $1^1/_2$ inches apart, with a nearly double series of sori, which, in a few instances, also occurs in some of the New Zealand specimens." Brack. l. c

der Bäume emporkriechend: Graeffe no. 359! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1068!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 243! Brackenridge! — Powell no. 92!

var. semipinnata Lssn. Unterste Fiederpaare an der basalen Seite nach Analogie der Pteris semipinnata L. am Grunde mit einigen grossen (bei meinen Exemplaren je drei) Fiederlappen, welche bis zur Costa hinabgehen und an ihrer Basis schief an der Aussenseite bis zum Mittelnerven abgestutzt sind.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1068a!

An älteren Exemplaren stehen die Blätter an dem weitkriechenden Rhizome oft in einer Entfernung von 9—10 Cmtr. auseinander, während sie an anderen bedeutend dichter auf einander folgen. Die Spreuschuppen gehen am Rhizom später fast gänzlich verloren.

Die auf den Viti-Inseln vorkommende var. bipinnatifida Lssn. l. c. ist mir auch in den letzten reichen Sendungen Graeffe's von den Samoa-Inseln nicht bekannt geworden. Dagegen ist ganz ohne Zweifel als ferneres Synonym hierher zu ziehen: Polybotrya marattioides Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 79, von welcher der Autor folgende Beschreibung giebt:

„Rootstock smooth, long, and climbing. Stipe angular, from 10—12 inches in length, with numerous small, appressed, peltate, reddish scales on its surface. The fronds are membranaceous, glabrous, impari-pinnate, with from 6—8 pairs of pinnae; which are nearly opposite, sessile, spreading, oblong-lanceolate and slightly acuminate, deeply serrated towards the point, from 4—5 inches long, and 10—12 lines broad, with an oblique cuneate base. Rhachis margined, and together with the costa sparsely squamose. Veins slender, parallel, simple or sometimes forking close to the costa. Fertile fronds wanting."

Im herb. Kze. Lips. findet sich ein Original-Fragment eines Blattes dieser angeblich neuen Art, und dieses stimmt so genau in Stellung, Form und Textur der Fiedern, sowie in der Nervatur mit Graeffe's no. 1068 des Asplenium multilineatum Hook. überein, dass beide nicht von einander zu unterscheiden sind. Und zwar sind es sterile, etwas üppig vielleicht in tieferem Schatten gewachsene Exemplare der no. 1068 Graeffe's, welche diese Uebereinstimmung zeigen. Zwischen diesen aber, sowie den normalen, fructificirenden Exem-

plaren der in Rede stehenden Art — dem Asplenium distans Brack. — finden sich so viele unmerkliche Uebergänge, dass es unbegreiflich erscheint, wie Brackenridge dieser Umstand entgehen konnte.

71. Asplenium emarginatum Beauv.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 151.

— Powell no. 72!

72. Asplenium tenerum Forst.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 152. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 211.

Asplenium elongatum Sw. — Bedd. Ferns of S. India 75, tab. 224.

Upolu. Küstenzone: Graeffe no. 295, 321! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1071!

Tutuila: Graeffe no. 271!

— Powell no. 39! Brackenridge!

73. Asplenium falcatum Lam.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 151. Bedd. Ferns of S. India 47, tab. 141.

Asplenium macrophyllum Sw. et A. polyodon Forst. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 212.

Asplenium macrophyllum var. urophyllum Bedd. Ferns of S. India 48, tab. 142.

Asplenium simile Bl. — Brack. l. c. 152.

Upolu. Auf der ganzen Insel, sowohl auf dem Mt. Tofua, als auch in den schattigen Wäldern der Küstenregion: Graeffe no. 280, 292, 300, 307, 382, 387, 1074!

— Powell no. 44! Brackenridge!

Auch von Brackenridge wurde diese Art auf Tongatabu und Viti gesammelt.

74. Asplenium caudatum Forst.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 156. Bedd. Ferns of S. India 48. tab. 143.

Upolu. Montane Region! Graeffe no. 346, 347! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1118!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 242!

Tutuila: Graeffe no. 419!

— Powell no. 38! (A. horridum Kaulf.)

75. Asplenium resectum J. Sm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 157. Bedd. Ferns of S. India 45, tab. 132. — Powell no. 132 et 142!

Für die Viti-Inseln ist Brackenridge als Sammler nachzutragen! —

76. Asplenium cuneatum Lam.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 158. Brack. l. c. 163.

Upolu: Graeffe no. 285, 386, 392! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1067!

Tutuila: Graeffe no. 264, 403!

— Powell no. 65a! Brackenridge!

Uebergangsform zur var. laserpitiifolia.

Upolu. Küstenregion: Graeffe no. 305! An den feuchten Felswänden der Tobel, nicht häufig: Graeffe no. 1120!

Savai: Graeffe no. 263!

var. laserpitiifolia Lssn. l. c.

Asplenium laserpitiifolium Lam. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 212. Brack. l. c. 166. Bedd. Ferns of S. India 75, tab. 225.

Upolu: Graeffe no. 384, 527! Schattige Wälder der Küstenregion, gemein und in sehr grossen Exemplaren: Graeffe no. 1066! Montane Region: Graeffe no. 348! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1066a!

Tutuila: Graeffe no. 449, 458!

— Powell no. 65! Brackenridge!

Die mir jetzt in grösster Menge und prächtiger Conservirung vorliegenden Samoa-Exemplare dieser Art lassen mir die bereits früher l. c. aufgestellte Behauptung, dass das Asplenium laserpitiifolium Lam. nur eine entwickeltere Form des A. cuneatum Lam. sei, jetzt noch mehr ausser Zweifel erscheinen. Einzelne Exemplare lassen kaum die Entscheidung zu, welcher Form man dieselben etwa zugesellen könnte, und auch die entwickeltste Form der var. laserpitiifolia variirt so sehr in Gestalt der Fiederchen oder Segmente letzter Ordnung, von eiförmigen, fast ganzrandigen oder stumpf gekerbten bis zu schmal keilförmigen mit sehr tief und spitz eingeschnittenem, fast kammartig-stachelig aussehenden Vorderrande, dass alle Uebergänge zwischen diesen Formen vorliegen und eine weitere Gruppirung unmöglich machen. Vgl. auch A. nitidum Sw.

Für Viti ist für beide Hauptformen Brackenridge als Sammler nachzutragen.

77. Asplenium nitidum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 160. Bedd. Ferns of S. India 50, tab. 148 et var. obtusa tab. 149.

Asplenium spathulinum J. Sm. — Bedd. l. c. 75, tab. 226.

Upolu. An feuchten Felswänden der Tobel, nicht häufig: Graeffe no. 1145!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 234!

Graeffe's no. 1145, unter no. 1120 des Asplenium cuneatum Lam. gelegen, lässt mich in Zweifel, ob dieselbe dem Asplenium nitidum Sw., oder dem A. cuneatum Lam. angehöre, und deutet aufs Neue auf die etwaige Vereinigung dieser schwer auseinander zu haltenden Formen hin, die hier nur deshalb noch nicht durchgeführt worden ist, weil mir augenblicklich ein vollständigeres Material nicht vorlag.

78. Asplenium bulbiferum Forst.

Forst. Prodr. no. 426. Lssn. Fil. Graeff. l. c. 160. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 167.

Je mehr ich die in der letzten Sendung Dr. Graeffe's (no. 1107) von Upolu in so grosser Auswahl vorhandenen Formen des durchaus nicht constanten Asplenium multifidum Brack., namentlich die gröber getheilten, einer eingehenden Musterung unterwerfe, um so lebhafter drängt sich die bereits (l. c. 164) früher ausgesprochene Vermuthung auf, dass wir es in der letztgenannten Art nur mit einer Form des so sehr variablen Asplenium bulbiferum Forst. zu thun haben möchten. Manche Exemplare zeigen einen so entschieden zum Uebergang nach A. bulbiferum Forst. neigenden Charakter, dass es schwer fällt, sie als besondere Art zu trennen. Auch Asplenium Mertensianum Kze. und A. Shuttleworthianum Kze. schliessen sich entschieden, wie Hook. et Bak. Syn. Fil. 218 bereits aussprechen, den dreifach gefiederten Formen des Asplenium bulbiferum Forst. an, wie sich dieselben auf anderer Seite nur wenig oder gar nicht von gewissen Formen des Asplenium multifidum Brack. entfernen. Ja, ich möchte sogar die Behauptung aufstellen, dass das Asplenium flaccidum Forst. ebenfalls in diesen Formenkreis zu ziehen ist. Die

Beobachtung lebender Exemplare des letzteren und des A. bulbiferum Forst., sowie die Untersuchung zahlreicher Herbarexemplare, lassen kaum einen anderen Gedanken zu.

Es ist demnach Asplenium flaccidum Forst. die Ausgangsform, die sogar mit ganzrandigen, sterilen, lang und schmal grasblattartigen Fiedern vorkommt (Insel Norfolk: Cunningham no. 15). Dieser schliessen sich die Formen der Caenopteris Odontites Thbg. so innig an, dass wir eine Reihe von Uebergängen haben. Auch von Caenopteris Odontites Thbg zur Caenopteris appendiculata Labill. sind Uebergangsformen vorhanden, wie andererseits letztere ebenso durch Variationen, zu denen das Asplenium bullatum Wall. gehört, wieder mit der typischen einfachsten Form des Asplenium bulbiferum Forst. ganz allmählich verbunden sind. Wie sehr dann letzteres variirt, beweist ein Blick in jede nur einigermassen vollständige Sammlung. Den dreifach gefiederten Formen des A. bulbiferum reihen sich dann A. Mertensianum Kze. und A. Shuttleworthianum Kze. an, welche den Uebergang zu A. multifidum Brack. bilden, das seinerseits in der höchstentwickelten Form endlich im Asplenium Powellii Baker gipfelt. Halten wir diese Haupttypen fest, so bekommen wir folgende Reihe, in die ich nur die wichtigsten Synonyme, auf die zu citirenden Werke hinweisend, aufnehme. (Vgl. übrigens auch die Bemerkungen unter Asplenium dubium Brack.)

Typus I. Asplenium flaccidum Forst. Prodr. no. 426. Hook. Spec. Fil. III. 205. Mett. Asplen. no. 61 var. a, wo die weiteren Synonyme zu vergleichen sind.

Einfachste Form, einfach gefiedert, die Fiedern lederig, ganzrandig, schmal grasartig (steril) oder stumpf mehr oder minder tief gesägt (fertil). So z. B. von der Insel Norfolk: Cunningham no. 15! Neu Seeland: Mérat, Hooker, Wilhelmi u. A.!

Typus II. Caenopteris Odontites Thbg. Nov. Act. Petrop. IX. 159, tab. E. fig. 1. Darea Odontites Willd. Sp. Pl. V. 296. Asplenium Odontites RBr. Prodr. Fl. N. Holl. 151. Asplenium flaccidum var. b, Metten. Aspl. no. 61, wo weitere Synonyme nachzusehen sind.

Fiedern aus breiterer Basis allmählich verschmälert, mehr oder minder tief fiedertheilig, mit zugespitzten, oder an der Fiederbasis auch breiteren, stumpfen Segmenten. Hauptsächlich auf Neu-Seeland und in Neuholland verbreitet.

Typus III. **Caenopteris appendiculata** Labill. Fl. N. Holl. II. 94, tab. 243. Asplenium Pr. Tent. 106; Mett. Aspl. no. 61, var. c.

Wie II, aber die basalen oberen Fiederlappen stark verlängert, fiedertheilig; wenn sich dieses auch an den nächstfolgenden Segmenten, wenn auch im schwächeren Grade, wiederholt, so haben wir Uebergänge zur einfachsten Form des A. bulbiferum, wie sie mir aus Neu-Seeland vorliegen (Hochstetter leg.).

Typus IV. Asplenium bullatum Wall. Cat. no. 215. Metten. Asplen. no. 51.

Uebergangsformen zwischen Caenopteris Odontites Thbg. und Asplenium bulbiferum Forst. in der Weise, dass die Form und Theilung der Fiedern häufig in der unteren Hälfte den Charakter der letzteren, in der oberen Hälfte dagegen ganz den der ersteren Form trägt. So z. B. von Daemel in N. S. Wales gesammelte Exemplare meines Herbars.

Typus V. Asplenium bulbiferum Forst. Prodr. no. 433. Hook. Spec. Fil. III. 196. Metten. Asplen. no. 52. Lssn. Fil. Graeff. l. c. 160.

Hierher ziehe ich jetzt auch die no. 1010 aus Dr. Ed. Graeffe's Sammlung, von der jedoch nicht gesagt wird, ob sie von den Viti- oder Samoa-Inseln stammt.

Typus VI. Asplenium laxum RBr. Prodr. Fl. N. Holl. 151. Mett. Aspl. no. 52, var.; Hook. Spec. Fil. III. 196 no. 187, var. part.

Ohne Proliferationen, mit mehr dareoiden Segmenten und oft allmählich in Typus III übergehend. Neuholland und Neuseeland.

Typus VII. Asplenium Fabianum Moore, Index Fil. 128. Hook. Spec. Fil. III. 197 (A. bulbiferum var. tripinnatum).

Blätter dreifach gefiedert, mit schmalen, dareoiden Segmenten; bereits auch durch die oft bedeutende Grösse den Uebergang zu den folgenden Typen machend.

Typus VIII. Asplenium Mertensianum Kze. Botan. Zeit. VI. 525. Metten. Asplen. no. 58, tab. V. fig. 15, 16. Hook. Syn. Fil. III. 211, und

Asplenium Shuttleworthianum Kze. Fil. I. 26, tab. 14. Metten. Asplen. no. 59. Hook. Spec. Fil. III. 210.

Mittelstufen zwischen VII und IX, mit dreifach, an der Basis fast vierfach gefiederten Blättern, erstere von der Insel Bonin, letztere von Pitcairns Insel bekannt.

Typus IX. Asplenium multifidum Brack.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 163.

Blätter gross, drei- und vierfach gefiedert, mit bald breiteren, bald sehr schmalen Segmenten.

Upolu: Graeffe no. 1117!

Savai; montane Region: Graeffe no. 224!

Tutuila: Graeffe no. 432!

Typus X. Asplenium Powellii Baker.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 164.

Blätter sehr gross, bis fünffach gefiedert.

Samoa-Inseln: Powell no. 44!

79. Asplenium dubium Brack. (non Gaud. et Mett.)

Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 172. Metten. Asplen. no. 58, b. Lssn. Fil. Graeff. l. c. 163 (unter A. multifidum Brack. in Anmerk.).

Asplenium rhizophyllum Hook. et Bak. Syn. Fil. 220, part. und Lssn. Fil. Graeff. l. c. 161.

„A. rhizomate repente; stipitibus angulatis parce paleaceo-hirsutis; frondibus membranaceis glabris deltoideo-ovatis bi-tripinnatis; pinnis suboppositis patentibus oblongo-lanceolatis; pinnulis lineari-oblongis inciso-pinnatifidis, laciniis linearibus obtusis; rhachi compressa marginata."

Sandalwood Bay (Vanua Levu), Feejee Islands.

„This is a Fern apparently belonging to the Darea section of Asplenium, having a black creeping rootstock, and angular, sparsely paleaceous-hirsute stipes, with small, scattered, membranaceous, smooth, deltoideo-ovate, bi-tripinnate fronds. The pinnae are subopposite, spreading, and oblong-lanceolate in form. Pinnules linear-oblong and inciso-pinnatifid, with linear and obtuse segments, and a compressed margined rhachis. Our specimens are entirely destitute of sori." Brack. l. c.

Savai; montane Region: Graeffe no. 224, a!

Meine Exemplare dieses räthselhaften Farnkrautes stimmen, was besonders das eine, jüngste anbelangt, ganz vorzüglich mit einem Originalexemplare des A. dubium Brack., welches sich im Kunze'schen

Herbarium — und zwar von Mettenius zu Scolopendrium Durvillei Bory gelegt — befindet. Durch das kriechende, bräunlichgraue (nicht schwarze, wie Brackenridge schreibt und zwar im Widerspruch mit seinen eigenen Exemplaren), mit schwarzbraunen, haarartigen Spreuschuppen wie der Blattstiel spärlich besetzte Rhizom, das dem Anscheine nach an Baumstämmen klimmt, nähert sich diese Asplenienform dem Asplenium scandens J. Sm., das ja nach Hook. et Bak. Syn. Fil. 224 auch in einer Form auf den Viti-Inseln vorkommen soll. Dagegen spricht dasselbe Merkmal gleichzeitig auch entschieden gegen eine Vereinigung mit dem in seinen Wachsthumserscheinungen sehr abweichenden Asplenium rhizophyllum Kze., wie sie in Hook. et Bak. Syn. Fil. 220 unglücklicher Weise vorgenommen worden ist.[1]) Dasselbe gilt leider ebenso in Betreff der in meiner früheren Arbeit (Fil. Graeff. l. c. 163) unter Asplenium multifidum Brack. gemachten Bemerkungen über die Formentwickelung der Blätter, die sich sämmtlich auf das Asplenium dubium Brack., nicht auf A. multifidum Brack., beziehen müssen. Freilich ist nicht zu läugnen, dass die grösseren Exemplare in ihrer Blattform, in der Art der Fiedertheilung etc., so sehr nach kleineren Blättern des Asplenium multifidum Brack. hinneigen, dass hierdurch wenigstens die frühere Vereinigung von Graeffe's no. 224,a mit dem A. multifidum Brack. in Etwas gerechtfertigt wird. Wie das Rhizom der letztgenannten Art und seiner nächsten Verwandten, des Asplenium Mertensianum Kze. und A. Shuttleworthianum Kze. beschaffen ist, ob kriechend, mit entfernt stehenden Blättern, oder aufrecht, gedrungen, die Blätter im Büschel tragend, wissen wir, dank der bekannten Art und Weise unserer gewöhnlichen Sammler, bis jetzt nicht; doch scheint es mir bei genauerer Besichtigung der Blattstielbasen von Asplenium multifidum Brack., die die Spreuschuppen des Asplenium bulbiferum Forst. tragen, wahrscheinlich, dass das A. multifidum Brack. im Wuchse mit A. bulbiferum Forst. übereinstimmt, dass also das kriechende A. dubium Brack. nicht mit ihm vereinigt werden kann.

Von dem meiner Ansicht nach zunächst verwandten Asplenium

---

[1]) Es muss daher das Asplenium rhizophyllum Kze., wenn Hooker und Baker sich bei Angabe des Vorkommens auf den Viti-Inseln nur auf das Asplenium dubium Brack. stützen, ganz aus der ersten Arbeit (l. c. 161) gestrichen werden.

scandens J. Sm., soweit ich dasselbe in Cuming'schen Exemplaren von den Philippinen kenne, unterscheidet sich das Asplenium dubium durch den bedeutend längeren Blattstiel, der die Lamina sogar theilweise an Länge (wie bei A. multifidum Brack.) übertrifft, während er bei erstgenannter Art äusserst kurz ist (Hook. Second Cent. of Ferns tab. 37). Ferner sind bei dem Asplenium dubium Brack. die untersten Fiederpaare von gleicher Länge oder nur sehr wenig kürzer, wie die folgenden bis zur Blattmitte, so dass die Blattspreite dadurch einen deltoiden Umriss erhält, während bei A. scandens das Blatt eilanzettlichen Umriss zeigt, da seine Fiedern von der Mitte nach der Basis zu ganz allmählich an Grösse abnehmen und schliesslich oft rudimentär werden. Wie es mit der Uebereinstimmung der Fructificationen Beider ist, kann ich leider nicht sagen, da meine Exemplare des Asplenium dubium Brack. ebenfalls, wie die von Brackenridge gesammelten, steril sind.

Und wie steht es nun mit dem Verhältnisse unseres in Rede stehenden Asplenium zu dem Scolopendrium Durvillei Bory (Voy. de l. Coquille, Bot. 273, tab. 37, fig. 1; Kze. Filic. I. 9, tab. 5.)? Mettenius, welcher in den Ann. M. B. Lugd. Bat. II. 233 diesen Farn zu seiner Gattung Micropodium gezogen hat, sagt von ihm: „M. Durvillei porro foliis anomalibus sterilibus gradu altiore divisis excellit." Wie bereits oben erwähnt, ist das Asplenium dubium Brack. im Kunze'schen Herbar von Mettenius' Hand in den Bogen des Scolopendrium Durvillei gelegt, das mir in den Mertens'schen, auf Ualan gesammelten Exemplaren vorliegt, und das diese sonderbaren sterilen, von den normal-fertilen Blättern so sehr abweichenden Blattformen an dem hinteren Ende des Rhizomes trägt, in dieser Beziehung an gewisse Formen von Lomariopsis lebhaft erinnernd. Die Aehnlichkeit des Rhizomes und mancher der Blätter dieses Scolopendrium mit den entsprechenden Theilen des Asplenium dubium Brack. ist allerdings eine so auffallende, dass man leicht geneigt wird, beide Pflanzen als identisch anzunehmen. Dazu trägt ferner auch der Umstand bei, dass das eine Exemplar des Asplenium dubium Brack. meiner Sammlung ein von den übrigen Blättern ganz abweichendes Blatt — und zwar als jüngstes des Rhizomes — trägt: dasselbe ist nur einfach unpaarig gefiedert, mit etwa 8 Cmtr. langem Blattstiel und lanzettlichen, bis etwa 3 Cmtr. langen, 7 Mmtr. breiten, zugespitzten, am Rande ungleich gesägten Fiedern, deren Nerven

einfach, parallel, selten an der Basis gegabelt sind. Ist nun das Asplenium dubium Brack. die sterile Jugendform eines später ganz andere fertile Blattformen entwickelnden Farn und von welchem? Oder ist das eben erwähnte, einfach gefiederte Blatt nur ein abnormes, zwischengestreutes, das später den normalen, mehrfach gefiederten Formen wieder weichen muss? Wer will diese Fragen nach dem vorhandenen Material beantworten? Wir stehen hier vor einem der bei den Farnen so häufigen Fälle, in dem wir uns sagen müssen, dass eine ausreichende Kenntniss dieser Gruppe, eine naturgemässe Anordnung der Formen um so schwieriger wird, je tiefer wir in das Studium der so variablen Gestälten eindringen. Nur genaue Untersuchungen in den Tropen selbst, von kundiger Hand ausgeführt, können hier uns dem Ziele näher bringen; aber wie selten wird einem Botaniker Gelegenheit geboten, in dieser Richtung zu wirken. Bis jetzt ist der Reisende der am meisten angestaunte, der den grössten unbestimmten Heuhaufen mitbringt, der dann, in möglichst viele Fetzen getheilt, in die einzelnen Museen wandert. Es soll damit durchaus nicht gesagt sein, dass das Sammeln von Pflanzen an und für sich verdammenswerth sei; es würde vielmehr die Vernachlässigung der Systematik zur Einseitigkeit führen. Nur die Methode des Sammelns soll getadelt, und der Wunsch ausgesprochen werden, dass derjenige Botaniker, dem das grosse Glück beschieden wird, sich längere Zeit in den Tropen aufhalten zu können, nun auch, mit dem Mikroskope bewaffnet, entwickelungsgeschichtliche Fragen zu lösen versuchen möge. An Material dazu dürfte es, selbst von den Farnen abgesehen, wohl nicht fehlen.

80. Asplenium sylvaticum Pr.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 164.

Diplazium Pr. — Bedd. Ferns of S. India 53, tab. 161.

Upolu: Graeffe no. 276, 303, 395! Küstenregion: Graeffe no. 1075, 1076! An feuchten Waldstellen in der Hügelregion, nicht sehr häufig: Graeffe no. 1076a!

Tutuila. Montane Region: Graeffe no. 428, 445, 521! — Powell no. 61!

Unter den Graeffe'schen Farnen von Upolu befindet sich ein Exemplar, no. 1076b, welches dem Asplenium sylvaticum Pr. einerseits, auf der anderen Seite aber auch dem Asplenium Brackenridgii

Baker (Lssn. Fil. Graeff. l. c. 165) sehr nahe steht und es wahrscheinlich macht, dass die letztere Art nur eine Form der ersteren sei. Ein anderes Exemplar, no. 1075 a, welches mit vorigem unter A. sylvaticum lag, zeichnet sich durch tiefer, bis halbwegs zur Mittelrippe gehende Einschnitte der Fiedern aus und nähert sich dadurch dem A. speciosum Mett. (Mett. Asplen. no. 218), ist aber durch Uebergangsformen mit dem A. sylvaticum Pr. verbunden. Hooker und Baker (Syn. Fil. pag. 235) erwähnen eine ähnliche, dem Asplenium speciosum Mett. verwandte Form von Viti.

81. Asplenium japonicum Thbg.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 166.

Diplazium Schkuhrii J. Sm. — Bedd. Ferns of S. India 76, tab. 230.

Upolu: Graeffe no. 1122!

— Powell no. 99! Brackenridge! (In feuchten Wäldern.)

Zwischen meinen Samoa-Pflanzen dieser Art und denjenigen von Thwaites (no. 1343) und Nietner von Ceylon als Asplenium Thwaitesii Al. Br. in meiner Sammlung befindlichen finde ich kaum einen Unterschied. Die von A. Garrett auf der Cooks-Insel Rarotonga gesammelten Exemplare von A. japonicum Thbg. (no. 25) ihrerseits stehen der Thwaites'schen no. 3100 (Asplenium Schkuhrii Mett. — Hook.) durch die tiefer gehende Theilung ihrer Fiedern näher. Ferner scheint auch das Asplenium tomentosum Mett. (Mett. Asplen. no. 209. Asplen. lasiopteris Mett. in Miq. Ann. M. B. Lugd. Bat. II. 239; Miq. l. c. IV. 168) hierher zu gehören, und alle drei jetzt als Arten beschriebenen (A. japonicum Thbg., A. Thwaitesii Al. Br. und A. lasiopteris Mett.) sind wohl nur Formen einer Art, des A. japonicum Thbg.. Auch Hooker und Baker (Syn. Fil. 235) stellen das A. Thwaitesii Al. Br. als „intermediate between the A. japonicum Thbg. and A. lasiopteris Mett.“ hin.

82. Asplenium arborescens Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 167. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 213.

Upolu. Littorale und montane Region: Graeffe no. 327! Ufer der Waldbäche in der montanen Region: Graeffe no. 1121! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 315! Schattige Wälder der Küstenregion: Graeffe no. 1073!

Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 235!
Tutuila: GRAEFFE no. 420, 421, 429. 440, 446
— POWELL no. 30! BRACKENRIDGE!

83. Asplenium Graeffei Lssn.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 168.
Upolu. Küstenregion: GRAEFFE no. 356, 369!
Savai: BRACKENRIDGE!

84. Diplazium falcatum Brack.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 168.
Tutuila. In Wäldern an der Pago-pago Bay: BRACKENRIDGE!
„Distinguished from the Diplazium Sheperdi Pr. by its larger fronds, bipinnate at the base, and by the oblong-lanceolate, falcate, and coarsely serrate pinnules.“ (Brack. l. c. 143.)

85. Asplenium proliferum Lam.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 168.
Upolu. Montane Region: GRAEFFE no. 289, 363, 396! Wälder der Küstenregion, im Sande der Waldbäche bei Apia: GRAEFFE no. 1069! In feuchten Waldungen an den Flussufern der collinen Region: GRAEFFE no. 1117! (Die oft 8—9' langen Blätter zu 20—30 auf einem Stamme. Dabei Uebergangsformen zur Varietät.)
Tutuila. Montane Region: GRAEFFE no. 444!
— POWELL no. 22!
var. bipinnata Moore. Lssn. l. c.
Upolu. Wälder der Küstenregion, im Sande der Waldbäche bei Apia: GRAEFFE no. 1070! (Wie die typische Form in riesigen Exemplaren in der Sammlung vertreten und zwar weit häufiger, als diese.)

86. Asplenium esculentum Pr.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 170. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 213. Callipteris Sm. — Bedd. Ferns of S. India 54, tab. 164.
— POWELL no. 62! [1])

[1]) Unter Asplenium Brackenridgii Lssn. Fil. Graeff. l. c. 165 ist als Standort für die Fidschi-Inseln nachzutragen: Vanua Levu, in der Umgebung der Sandalwood-Bay: Brackenridge!

Subordo IV. Aspidiaceae.

Mett. l. c. 13. 14.

21. Hypolepis Bernh.

87. Hypolepis tenuifolia Bernh.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 171. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 220. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 89.

Hypolepis dicksonioides Hook. — Mett. l. c. 220.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 528! Hügel- und Küstenregion: Graeffe no. 1060!

Tutuila: Graeffe no. 418! Brackenridge!

— Powell no. 57!

22? Phegopteris Fée.

88. Phegopteris macrodonta Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 172 unter Ph. irregularis Mett., bei welcher dies Synonym gestrichen werden muss.

Sagenia varia Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 183?

Die genannte Art wird von Hooker (Spec. Fil. V. 104 unter no. 407) für die Samoa-Inseln als von Milne (no. 530!) und Brackenridge (mit?) gesammelt angegeben und ebenso für Viti: „Cairns? (segments of the pinnae deep, the margins lobed)." Ich sah unter den Graeffe'schen Farnen diese Art nicht. Gehört Brackenridge's Sagenia varia hierher, so wäre Tutuila als Fundort anzuführen. Für die nahe verwandte Drynaria coadunata Brack. — Phegopteris irregularis Mett. — ist als weiterer Standort auf den Viti-Inseln „Vanua Levu, Bergwälder an der Sandalwood Bay: Brackenridge!" anzugeben.

23. Aspidium Sw.

89. Aspidium aculeatum Döll.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 173.

var. samoënsis Lssn. l. c. 174.

Savai. Montane Region: Graeffe no. 260!



90. Aspidium aristatum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 175. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 218.

Lastrea Bedd. Ferns of S. India 36, tab. 101.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 318, 397, 1085! Schattige Wälder der Küstenregion: GRAEFFE no. 1086! Am Krater Waia bei Apia: GRAEFFE no. 1181! „Ueberhaupt in der montanen und submontanen Region am verbreitetsten, an steilen Abhängen meist gesellig und den Schatten der Wälder liebend, die auf diesen Inseln selbst schroffe Gehänge bekleiden."

Savai: GRAEFFE no. 24!

— POWELL no. 42!

91. Aspidium hirtipes Bl.

Bl. Enum. Fil. Jav. 148. Kze. Linnaea XXIV. 280. Mett. in Miq. Ann. M. B. Lugd. Bat. I. 228. Miq. Ann. M. B. L. Bat. IV. 156.

Nephrodium hirtipes Hook. Spec. Fil. III. 115, tab. 249. Hook. Bak. Syn. Fil. 261. Lyell, Geogr. Handb. 26, 40, 57, 207.

Lastrea hirtipes (Moore) Bedd. Ferns of S. India 34, tab. 96.

Aspidium atratum Wall. Cat. no. 380. Kze. Linnaea XXIV. 279. Mett. Aspid. no. 126.

Lastrea atrata Pr. Tent. Pterid. 77.

Upolu. Auf dem Gipfel des Kraters Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1091!

Verbr. Ostindien, Ceylon, Malaka, Sundainseln.

GRAEFFE's in zwar nur wenigen, aber vollständigen Blättern mir vorliegende no. 1091 ist unzweifelhaft das Aspidium hirtipes Bl.; von Ceylonischen Exemplaren (z. B. THWAITES' no. 1291) unterscheidet sich die Samoa-Pflanze höchstens durch die etwas tiefer gehende Lappung des Fiederrandes.

92. Aspidium inaequilaterale Lssn.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 181.

— POWELL no. 114!

93. Aspidium Brackenridgii Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 176.

Upolu. Montane Region: GRAEFFE no. 331, 338! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1090!



Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 261!
Tutuila: GRAEFFE no. 435, 457!
— POWELL no. 76 (Nephrodium attenuatum in Seem. Journ. l. c.)?

94. Aspidium calcaratum Bl.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 177. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 218.
— POWELL no. 90!

95. Aspidium squamigerum Lssn.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 191.
Upolu. Montane Region: GRAEFFE no. 332! Am Kraterrande des Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1096!

96. Aspidium funestum Kze.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 181.
— POWELL no. 59!

97. Aspidium membranifolium Kze.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 188.
Upolu: GRAEFFE no. 286, 290? 302, 398! An den schattigen Ufern der Waldbäche in der Küstenregion: GRAEFFE no. 328, 1092! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 316!
Tutuila: GRAEFFE no. 439!
Samoa-Inseln ohne specielle Angaben: GRAEFFE no. 526, 550! — POWELL no. 69, b!

98. Aspidium setigerum Kuhn.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 190.
Aspidium uliginosum Kze. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 218.
Upolu. Colline bis montane Region; an den Ufern der Waldbäche, doch nicht an ganz schattigen Orten, sondern vorzüglich auf Lichtungen: GRAEFFE no. 1097!
Tutuila. Montane Region: GRAEFFE no. 481! Freie Plätze in Bergwäldern: BRACKENRIDGE!

99. Aspidium arborescens Lssn.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 176.
— POWELL (no. 67?)!

100. **Aspidium davallioides Kuhn.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 178.
Upolu: Graeffe no. 1129!
Savai. Montane Region: Graeffe no. 231!
Tutuila: Graeffe no. 412, 427!
— Powell no. 88!

101. **Aspidium pteroides Metten.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 189. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.
Nephrodium terminans Hook. — Bedd. Ferns of S. India 32, tab. 90.
— Powell no. 115!

102. **Aspidium dissectum Mett.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 179.
Aspidium dissectum Mett., A. cucullatum Bl. et A. callosum Bl. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.
Nephrodium unitum Bedd. Ferns. of S. India 31, tab. 88.
Upolu. An allen offenen, sonnigen Orten, gemein: Graeffe no. 1089, a! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1089!
Tutuila: Graeffe no. 552!
— Powell no. 43, 81! Brackenridge!

103. **Aspidium truncatum Gaud.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 192. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.
Nephrodium abruptum Hook. — Bedd. Ferns of S. India 31, tab. 86?
Upolu: Graeffe no. 556! Nähe der Waldbäche in den schattigen Wäldern der Küstenregion: Graeffe no. 1093! In den Tobeln der collinen bis montanen Region an schattigen, waldreichen Stellen; „Blätter oft 6—7′ lang und zu 8—12 auf einem in der Erde befindlichen Rhizome“: Graeffe no. 1093 a!
Tutuila: Graeffe no. 438!

104. **Aspidium molle Sw.**
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 184. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.
Aspidium Amboinense Willd. — Mett. l. c.
Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 325!

Savai: Brackenridge, der diese Art auch auf der Viti-Insel Ovalau sammelte!

— Powell no. 78 a! (no. 78 als „species near molle.")

var. patens.

Aspidium patens Sw. Syn. Fil. 49. Lssn. Fil. Graeff. l. c. 187. — Lastrea Pr.; Brack. l. c. 193.

Upolu: Graeffe no. 390! Schattige Wälder der Küstenregion: Graeffe no. 1094, 1146! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1098!

— Powell no. 75!

Ich nehme keinen Anstand, das Aspidium patens Sw. als Varietät zu A. molle Sw. zu ziehen. Beide extreme Formen sind durch Zwischenstufen mit einander verbunden. Zu solchen, mehr dem A. patens sich nähernden, Formen gehören die Nummern 1094 und 1098 von Upolu, die den Habitus von A. patens zeigen, die Tiefe der Fiedereinschnitte wie dieses haben, aber an A. molle dadurch erinnern, dass das unterste Nervenpaar der Segmente hie und da bald mehr, bald weniger vollständig anastomosirt.

105. Aspidium pennigerum Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 188.

Aspidium glanduliferum Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.

Upolu. Küstenregion: Graeffe no. 357!

Savai: Graeffe no. 255!

Tutuila. Montane Region: Graeffe no. 414, 447, 448! Brackenridge!

Das unter den Synonymen dieser Art l. c. mit? aufgeführte Aspidium Cunninghami Kze. wird von Mettenius (Novara-Exped. Bot. I. 220, sowie Linnaea XXXVI. 306) als Phegopteris Cunninghami Mett. bezeichnet und dazu Hooker's (Spec. Fil. V. 7) Polypodium pennigerum gezogen.

106. Aspidium polycarpon Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 189.

Upolu: Graeffe no. 1128!

— Powell no. 79!

107. Aspidium Leuzeanum Kze.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 182.

Upolu: Graeffe no. 529! „In den Schluchten der Gebirgsbäche, an den Wänden derselben; baumförmig, mit mannslangen Blättern“: Graeffe no. 1127!

Tutuila: Graeffe no. 424, 443!

— Brackenridge! Powell no. 60!

108. **Aspidium subtriphyllum Hook.**

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 191!

— Powell no. 46!

109. **Aspidium latifolium J. Sm.**

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 182.

Aspidium Forsteri Kze. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.

Upolu: „An feuchten Stellen, Ufern der Gebirgsbäche, sowohl in der collinen, als auch in der montanen Region. Rhizom meist nur wenige (4—6) Blätter tragend“: Graeffe no. 1088! Auf dem Berge Waia bei Apia: Graeffe no. 1087!

Als weiterer Standort für Viti ist „Vanua Levu, Wälder an der Sandalwood Bay: Brackenridge!“ zu nennen.

110. **Aspidium decurrens Pr.**

Lssn. Fil Graeff. l. c. 179. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 219.

Sagenia pteropus Moore et Sagenia pteropus var. minor Bedd. Ferns of S. India p. 28, tab. 82 et pag. 82, tab. 245.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 333, 380! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1130!

Savai: Graeffe no. 238!

Tutuila: Graeffe no. 416!

— Powell no. 89! Brackenridge! (Sammelte diese Art auch auf den Fidschi-Inseln.)

Die vom Mt. Tofua stammenden Exemplare unterscheiden sich von den übrigen Upolu's einzig durch den nur auf ganz kurze Strecke geflügelten Blattstiel.

111. **Aspidium pachyphyllum Kze.**

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 186.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 358! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1038, 1084!

112. Aspidium cicutarium Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 177!

— Powell no. 59![1])

24. Oleandra Cav.

113. Oleandra neriiformis Cav.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 196. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 213. Bedd. Ferns of S. India 32, tab. 91. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 213.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 336, 1078!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 230!

— Powell!

Was bereits a. a. O. pag. 195 über den Werth der Sectionen der Gattung Oleandra, wie sie von Mettenius in Miquel's Ann. M. B. Lugd. Bat. I. 240 aufgestellt worden sind, angedeutet wurde, dass nämlich möglicherweise die Art des Vorkommens Einfluss auf die Entwickelung der Aeste und Blätter ausübe, scheint durch ein Experiment bestätigt werden zu sollen. Ein paar Exemplare von Originalen der Oleandra hirtella Miq. des Leipziger Gartens wurden an Stäbe senkrecht aufgebunden. An allen vertikal stehenden Rhizomen und ebenso gerichteten Rhizomästen entwickelten sich die Blätter im vollen Quirle (Sectio III. Mett. l. c.); dagegen standen an allen kurzen Rhizomästen, welche sich wagerecht abstehend aus der Hauptachse entwickelten, die Blätter in zwei Reihen auf der nach oben gewendeten Seite der Sprosse (Sectio II. Mett. l. c.), und zwar dauerte an diesen die Entwickelung der Blätter noch in gleicher Weise fort, als sie bereits eine Länge von über 20 Cmtr. erreicht hatten. Es würden also ohne Zweifel beiderlei Sprosse, von einander isolirt und ohne weitere Angaben vertheilt, von gar manchem Botaniker als zwei verschiedene, gute Arten, den beiden angeführten Sectionen angehörend, anerkannt werden. Fortgesetzte Beobachtungen werden

---

[1]) Als weitere Fandorte für Viti sind zu nennen:

Aspidium rubiginosum Lssn. l. c. 190. Ovalau, in Bergwäldern: Brackenridge!

Aspidium squamigerum Lssn. l. c. 191. Ovalau: Brackenridge!

Aspidium unitum Mett. in Ann. M. B. Lugd. Bat. I. 230 (non Sieb.). Nephrodium propinquum RBr. Prodr. 148. Brack. l. c. 185. — Viti-Inseln: Brackenridge!

lehren, ob die gedachten Exemplaren constant in der angedeuteten Weise ausharren.

Nach Dr. GRAEFFE's Notiz auf den Etiquetten wurzelt die Pflanze im Boden, klimmt dann aber an den Bäumen empor. Wohingegen BRACKENRIDGE folgende Angaben macht: „Whole plant from 3—5 feet high, growing in groups in open situations, with Drynaria Horsfieldii. Rootstock erect, round, much branched, about a quarter of an inch in diameter, brittle and hollow“ etc. etc. und weiter unten „its peculiar, hard, erect, branching rootstock, bearing its leaves or fronds in tufts at the extremities, reminding one, in a living state, more of a Nerium Oleander, or a Willow, than of a Fern.“ (Brack. l, c. 214.

Subordo V. Davalliaceae.

Mett. Fil. Hort. Lips. pag. 12 et 14.

25. Nephrolepis Schott.

114. Nephrolepis cordifolia Pr.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 198.

a. tuberosa Baker.

Nephrolepis tuberosa Pr. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 217.

Nephrolepis obtusifolia Pr. Tent. Pterid. 80. Brack. l. c. 210. Aspidium Willd. Sp. Pl. V. 231. Bl. Enum. Fil. Jav. 145.

Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 249!

Für die Fidschi-Inseln ist weiter zu notiren: Ovalau: BRACKENRIDGE! Vanua Levu, Sandalwood Bay: BRACKENRIDGE!

115. Nephrolepis ramosa Moore.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 200.

Arthropteris ramosa Mett. et A. Beckleri, Mett. Novara-Exped. Bot. I. 213.

Upolu. Montane Region: GRAEFFE no. 306, 306a, 354! Auf dem Mt. Tofua; in dichten, schattigen Wäldern an den Stämmen der Bäume bis hoch in die Wipfel derselben emporkriechend: GRAEFFE no. 1082, 1083!

Tutuila: GRAEFFE no. 270!

— POWELL no. 28!

Die Nummer 306 ist eine Jugendform mit kleineren, spärlich nur hie und da fructificirenden Blättern, welche in der Form der

Fiedern der typischen Altersform nahe steht. Dagegen scheinen die Nummern 306 a und 1083 (gleich der No. 146 von der Viti-Insel Ovalau) auf den ersten Blick total von der typischen Art verschieden zu sein. Nicht allein, dass die Form der Fiedern durch die bedeutendere Kürze und abgestumpfte Spitze, sowie den ganz oder zum grössten Theile gekerbten unteren Rand eine andere ist, abgesehen von der etwas zarteren Textur derselben; sondern es schrumpft auch das Indusium so vollständig, oder es wird bereits so frühzeitig abgeworfen, dass die Sori ohne eingehende Untersuchung denen eines Polypodium gleichen. In der That giebt es eine Art der letzteren Gattung, die, von Baker angeblich als Nephrolepis erkannt, sehr leicht mit der vorliegenden Form verwechselt werden kann, das Polypodium alte-scandens Colla; und auch Baker sagt (Syn. Fil. 301) von unserer Jugendform, der Nephrolepis repens Brack., dass sie wahrscheinlich zum Theil zu Nephrolepis ramosa Moore, zum anderen Theile zu Polypodium alte-scandens Colla zu ziehen sei. Wie dem auch sein mag — und bis jetzt wage ich trotz vieler mir vorliegenden Exemplare kein entscheidendes Urtheil auszusprechen, — es unterscheiden sich Graeffe's Nummern 146 von Viti und 306 a und 1083 von Samoa von Polypodium alte-scandens Colla (Nephrolepis Baker) hauptsächlich nur dadurch, dass die Fiedern, ganz wie bei der typischen Nephrolepis ramosa Moore, bis nahe an die Blattstielbasis hinabreichen und hier allmählich an Grösse so bedeutend abnehmen, dass das unterste Fiederpaar oft nur noch in Gestalt kleiner Oehrchen auftritt, ein Merkmal, das mir bei den von mir verglichenen Originalen des Polypodium alte-scandens Colla nicht bekannt geworden ist und das ich auch in keiner Diagnose letzterer Art angegeben finde. Dass ich keinen Anstand nehme, zur Zeit noch besonders die reich verzweigte No. 1083 mit Nephrolepis ramosa zu vereinigen, hat seinen Grund ferner darin, dass namentlich auch an alten, vollkommen typisch ausgebildeten Individuen letzterer Art vom gleichen Standorte ab und an noch Blätter sich entwickeln, welche denen dieser Jugendform auf ein Haar gleichen, oder den Uebergang zwischen ihr und dem normalen Blatte vermitteln.

116. Nephrolepis biserrata Schott.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 200. Brack. l. c. 213.

Nephrolepis acuta Pr. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 217.

Upolu. „In der Küstenregion überall auf Bäumen, meist mit vielen (20—50) Blättern auf einem Exemplare“: Graeffe no. 374, 1081! Montane Region: Graeffe no. 310, 345! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 319, 1080!

Savai: Montane Region: Graeffe no. 548!

Tutuila: Graeffe no. 454!

— Powell no. 82, 83! Brackenridge!

Den Viti-Standorten ist „Vanua Levu, Sandalwood Bay: Brackenridge!“ zuzufügen.

117. Nephrolepis hirsutula Pr.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 202. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 217.

Upolu. Küstenregion; „sehr gemein an Fusswegen und an allen etwas feuchten, aber offenen und von der Sonne beschienenen Stellen“: Graeffe no. 366, 1126! Montane Region: Graeffe no. 309! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1079!

Tutuila: Graeffe no. 441, 460!

— Brackenridge! (Nach dessen Angaben müssen als weitere Standorte des Inselgebietes aufgeführt werden: Viti-Inseln mit Brackenridge als weiteren Sammler und Tonga-Insel Tongatabu: Brackenridge!)

118. Nephrolepis alte-scandens Baker.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 203.

— Powell no. 130? „Polypodium sp. near alte-scandens“ in Seem. Journ. l. c. — Hook. et Bak. Syn. Fil. 301.

Die von mir untersuchten, freilich überreifen Originalexemplare des Polypodium alte-scandens Colla zeigten keine Andeutung eines Indusiums nach Art desjenigen der Gattung Nephrolepis, und ich ziehe daher die in Rede stehende Art nur auf Grund der Angaben Baker's hierher. Im Uebrigen sind die unter Nephrolepis ramosa Moore (no. 115.) gegebenen Bemerkungen zu vergleichen. In Graeffe's Sammlungen fand ich die Art nicht.

26. Davallia Sm.

119. Davallia heterophylla Sm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 204. Fée, Mém. I. tab. 1, fig. 20. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 216.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1054! In den Blättern ebenso variabel, wie die Exemplare der früheren Sendungen.

Savai. In der montanen Region; selten, in zierlichen Guirlanden von den hohen Waldbäumen herabhängend: Graeffe no. 220!

Tutuila: Graeffe no. 415!

— Powell no. 16! Brackenridge (der auch auf Viti diese Art sammelte)!

120. Davallia Gaimardiana Pr.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 206. Humata pectinata J. Sm. — Brack. l. c. 229.

Upolu. Am Fusse der Brodfruchtbäume am Mt. Tofua (Fuss des Berges): Graeffe no. 1058!

Savai. In der Küstenregion am Fusse der Brodfruchtbäume: Graeffe no. 250!

Tutuila: Graeffe no. 408!

— Powell no. 17! Brackenridge!

121. Davallia alpina Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 207. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 217. Unter den l. c. genannten Synonymen muss es statt Davallia „Humata serrata Brack. l. c. 230“ heissen.

— Powell no. 136! Brackenridge!

122. Davallia alata Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 209.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 312, 1055!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 257!

— Powell no. 123! Brackenridge!

123. Davallia contigua Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 209.

Prosaptia contigua Pr. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 214. — Brackenridge (der auch auf Viti diese Art sammelte)!

124. Davallia Graeffei Lssn.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 211, 276, tab. XVIII.

Savai. Montane Region, 2000′ üb. M., an Bäumen rankend: Graeffe no. 227!

Die l. c. pag. 276 ausgesprochene Befürchtung, als sei diese Herrn Dr. Graeffe gewidmete Art doch vielleicht mit der Davallia leptocarpa Mett. von Aneiteum identisch, hat sich nicht bestätigt. Originale letzterer Art, welche Herr Dr. Kuhn die Güte hatte, mir zu zeigen, sind von der Davallia Graeffei sehr gut unterschieden.

125. Davallia pallida Mett.

Mett. in Linnaea XXXVI, pag. 142:

„Rhizoma deest; folia ampla subchartacea, supra laete viridia, infra pallida; rachis straminea supra sulcata, lamina quadripinnatisecta; segmenta primaria 11″ longa, ovato-lanceolata, acuminata, manifeste petiolata, petiolulo 5‴ longo; secundaria brevi petiolata, 2″ longa, trapezio-ovata, acuminata; tertiaria basi attenuata, subpetiolata, trapezio-ovato-oblonga s. oblonga, obtusa, superiora trapezio-oblonga, suprema spathulata, bifida; ultima e basi cuneata ovato-oblonga, crenatim lobata, superiora confluentia; nervatura Polystichoidea; nervi steriles apice incrassati; sori margini approximati, centripeti, supra prominuli; indusium oblongum ad latera adnatum, margine antico libero leviter rotundatum.“

„Davalliae immersae proximum, quae vero indusio reniformi ad latera libero gaudet“ (Kuhn).

Die gegebene Beschreibung passt vortrefflich zu den mir vorliegenden Blättern, die in der Lamina eine Länge von 55 und eine Breite von etwa 50 Centim. erreichen. Auch Dr. Kuhn hat mir persönlich die Identität der Graeffe'schen Exemplare, denen leider ebenfalls die Rhizome fehlen, mit den von Aneiteum bekannten bestätigt.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1059!

Verbr. Neue Hebriden. (Cuming!) —

126. Davallia solida Sw.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 213. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 217.

Upolu. Trockene Stellen im Gebirge: GRAEFFE no. 334, a! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1057! Auf dem Berge Waia bei Apia: GRAEFFE no. 274, b! Küstenregion: GRAEFFE no. 334! An Mangrovestämmen in den Brackwassersümpfen bei Apia: GRAEFFE no. 1124!

Tutuila: GRAEFFE no. 455!

Manua: BRACKENRIDGE! (var. δ. pentagona Brack.)

— POWELL no. 32! GRAEFFE no. 525! BRACKENRIDGE!

Für die Form der D. Fijiensis Hook. ist weiter zu notiren „Nukaloa and Ovalau, Feejee Islands; on trees“: BRACKENRIDGE! BRACKENRIDGE l. c. 245 giebt über die Formen der Davallia solida Sw., die von ihm auch auf Tongatabu gesammelt wurde, einige auch für andere Farne bei Aufstellung neuer Arten sehr zu beherzigende Notizen. Er sagt: „The great variety of forms, which this species assumes, in the division of the fronds and the length of the indusium, is more or less the result of local causes; those plants inhabiting arid and rocky places, or growing on trees overhanging the scorching coral shores of these islands, produce small, compact, and very coriaceous fronds, with an indusium usually longer than in the individuals inhabiting forest regions, where the atmosphere is humid; in such localities the fronds are much larger, flaccid and more compound.“

127. Davallia denticulata Mett.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 215.

Davallia elegans Sw. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 217. D. patens Sw.; Brack. l. c. 247.

var. elata Mett.

Davallia elata Sw. — Mett. l. c. 217.

Upolu. Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1056! Küstenregion: GRAEFFE no. 335, 361, 383! An Mangrovestämmen in den Brackwassersümpfen bei Apia: GRAEFFE no. 1125!

— POWELL no. 31! BRACKENRIDGE!

128. Davallia moluccana Bl.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 217. Microlepia inaequalis Pr. var. minor Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 235, tab. 33, fig. 1.

Upolu: GRAEFFE no. 1123! (Riesige Blätter.)



Savai. Montane Region, mit Blättern von 6—7 Fuss Länge: Graeffe no. 232! Brackenridge!

— Powell no. 117, b!

Für das Vorkommen auf den Viti-Inseln ist noch Folgendes zu bemerken: Vanua Levu, Sandalwood Bay, auf trockenen Hügeln: Brackenridge! (Die Form der Microlepia papillosa Brack.)

129. Davallia Speluncae Baker.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 218.

Microlepia Speluncae Moore. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 220.

Dicksonia anthriscifolia Kze. Linnaea X. 545. Pappe et Raws. Syn. Fil. Cap. 52. Kuhn, Bot. Zeit. XXVII. 393.

Upolu. Wälder der Küstenregion: Graeffe no. 314, 328, 370, 1052! Jedoch auch an offenen, sonnigen Stellen gemein: Graeffe no. 1052, a! Auf dem Berge Waia bei Apia: Graeffe no. 1053!

Tutuila. Bergregion: Graeffe no. 400, 401, 422, 437, 451!

— Powell no. 56! Brackenridge! [1])

27. Dennstaedtia Bernh.

130. Dennstaedtia flaccida Bernh.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 221.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 353!

Tutuila: Graeffe no. 413, 442!

131. Dennstaedtia Samoënsis Moore.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 222. Sitolobium samoënse Brack. l. c.

„S. stipite laevi; frondibus amplis glabris flaccidis tripinnatis; pinnis primariis et secundariis oblongo-lanceolatis acuminatis apice serratis, pinnulis lanceolato oblongis, obtusis lobato-serratis basi obliquis cuneatis, lobo infimo superiore majore; rhachi partiali costa

---

[1]) Aus dieser Gattung ist zur Vervollständigung der früheren Angaben weiter nachzutragen:

Davallia sessilifolia Bl. — Lssn. l. c. 206. „Direction Island and Vanua Levu, Feejee Islands": Brackenridge!

Davallia pentaphylla Bl. — Lssn. l. c. 210. „Ovalau und Vanua Levu, Sandalwood Bay, an Baumstämmen in einer Meereshöhe von 2000': Brackenridge! Gebirge bei Muthuata, an Felsen und Baumstämmen: Brackenridge! (D. pycnocarpa Brack.)

venisque dichotomis pilis articulatis hirsutis; soris parvis in dente brevi prope basim sinuum impositis solitariis; indusio reflexo cyathiformi."

„Stipe smooth. Fronds very large, tripinnate, glabrous on both sides, flaccid, the upper surface somewhat shining. The primary and secondary divisions are alternate and spreading, oblong-lanceolate, and contracted rather suddenly into a finely serrated point. Pinnules about half an inch in length, approximate, lance-oblong, obtuse, obliquely-cuneate at the base, lobate-serrate, the points of the lobes sometimes bluntly toothed and slightly recurved, the lower and superior one invariably the largest. The rhachis of the primary and secondary pinnae on the upper side are partially furnished with a short rufous pubescence; while on the under side only the secondary ones, with the costa and veins, are beset with scattered articulated hairs. Sori very small, a single one being seated on a short tooth arising from the inner edge of the lobes of the pinnules, near the base of the sinuses. Indusium reflexed, cup-shaped, its mouth quite entire."

„This species is closely related to Dicksonia apiifolia Sw.; but it is distinguished by its more reflexed, cup-shaped indusium, and apparently larger fronds."

Savai: Brackenridge!

28. Lindsaya Dry.[1]

132. Lindsaya adiantoides Kuhn.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 224.
— Powell no. 122!

133. Lindsaya chinensis Mett.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 224.

[1]) Zu den für die Viti-Inseln aufgeführten Arten dieser Gattung muss hinzugefügt werden:

Lindsaya trichomanoides Dry.

Dry. Linn. Transact. III. 43, tab. 11. Hook. Spec. Fil. I. 218. Hook. et Bak. Syn. Fil. 110; etc. etc.

Ist nach Hooker und Baker l. c. auf Viti von Cairns gesammelt worden.

Verbr. Neuseeland, Neuholland, Tasmanien.



Lindsaya tenuifolia Mett. Novara-Exped. Bot. I. 205.
Savai. Montane Region: GRAEFFE no. 223!
Nach BRACKENRIDGE l. c. 248 findet sich diese Art auch auf den Viti-Inseln und eine „var. β. latifolia: pinnulis laciniisve ultimis obovatis cuneatis“ wird speciell von Ovalau angegeben.

134. Lindsaya ensifolia Sw.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 226. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 205.
Savai. Trockene Stellen der Küstenzone, auf Lavaboden: GRAEFFE no. 244!
— POWELL no. 18!

135. Lindsaya lobata Poir.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 227.
Lindsaya nitens Bl. — Mett. Novara-Exped. Bot. I. 204.
Schizoloma recurvatum Moore — Bedd. Ferns of S. India 9, tab. 27 (statt 37 l. c.).
Tutuila: in Bergwäldern, auf Bäumen sowohl wie im Boden wurzelnd: BRACKENRIDGE! — NIGHTINGALE! POWELL no. 2!
Zu den Standorten der Viti-Inseln ist hinzuzufügen: Vanua Levu, Sandalwood Bay: BRACKENRIDGE!

136. Lindsaya Pickeringii Mett.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 230.
Savai: GRAEFFE no. 228! BRACKENRIDGE!

137. Lindsaya tenuifolia Bl. (non Mett.)
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 232. Odontoloma Brack. l. c. 227.
Savai: BRACKENRIDGE!
Tutuila: GRAEFFE no. 272! BRACKENRIDGE!
— POWELL!

Fam. II. Equisetaceae.

Die Familie der Equisetaceen, welche in Folge der Entwickelung ihrer Sporangien aus einer einzigen Zelle der Unterseite des Schildchens (Vgl. HOFMEISTER, Vergleichende Untersuch. d. Keimung etc. höherer Kryptogamen pag. 97, dessen Angaben übrigens noch weiterer

Bestätigung bedürfen) zwischen Polypodiaceen und Marattiaceen eingeschoben werden müsste, ist meines Wissens auf den Samoa-Inseln durch keine Art vertreten.

Fam. III. Marattiaceae.

Die Familie der Marattiaceen bildet mit den Lycopodiaceen den Uebergang von den echten, ihr Sporangium nur aus einer einzigen Zelle entwickelnden Trichosporangieen zu den Phyllosporangieen. Ihre Sporangien werden noch als Trichome, aber nicht aus einer einzigen Epidermiszelle, sondern aus einer ganzen Gruppe solcher, entwickelt, zeigen jedoch andererseits bereits, was ihre Sporenbildung betrifft, grosse Annäherung an die Ophioglosseen. Ueber die Entwickelung der Sporangien ist meine Arbeit in diesen „Mittheilungen" pag. 313, sowie die später zu gebende, vorläufig als Notiz in den Verhandlungen der botanischen Section der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Leipzig (Tageblatt 1872, pag. 147, sowie Botan. Zeit. 1872, p. 768) erschienene zweite Abtheilung derselben zu vergleichen. Betreffs der Stipulae möchte ich erwähnen, dass Sachs doch wohl im Irrthum begriffen ist, wenn er in seiner die Marattiaceen betreffenden Anmerkung (in der 3. Aufl. seines Lehrb. d. Bot. pag. 361) behauptet, dass diese Familie auch aus dem Grunde von den echten Farnen auszuschliessen sein möchte, weil Stipulargebilde letzteren fremd seien. Die Osmundaceen sind, vorzüglich in jungen, aus Ansaaten erzogenen Pflanzen, sowohl der Gattung Todea, als auch Osmunda, der beste Beweis, dass Nebenblätter auch bei einigen Filicinen vorkommen.

29. Angiopteris Hoffm.

138. Angiopteris evecta Hoffm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 257. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 225.

Upolu: Graeffe no. 256 a, 523! Küstenregion, überhaupt Flussufer der Niederungen: Graeffe no. 1099, 1116!

Savai. Montane Region: Graeffe no. 256!

Tutuila: Graeffe no. 452!

— Brackenridge! Powell no. 84!

30. Marattia Sm.

139. Marattia fraxinea Sm.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 260.

Upolu: Graeffe no. 1115!

Die no. 1115 Graeffe's steht vermittelnd zwischen den von Graeffe und Seemann früher auf Viti gesammelten Exemplaren. Sie hat, wie Seemann's no. 788, grössere Sporangien und entfernter stehende Nerven, als Graeffe's no. 150. Die Sporangien sitzen jedoch bei letzterer Nummer der Mitte, bei Seemann's no. 788 fast der Mitte der Nerven auf, während sie bei no. 1115 auf etwa ein Drittel Entfernung vom Fiederrande bis zur Mittelrippe stehen.

Für die Viti-Insel Ovalau ist auch Brackenridge als Gewährsmann zu nennen.

Fam. IV. Lycopodiaceae.

Was die systematische Stellung der Lycopodiaceen betrifft, so gehören dieselben meinem Erachten nach ganz entschieden zu den Isosporeen. Gegen die namentlich von Spring begründete Ansicht, als seien aus früheren Epochen der Erdentwickelung nur die männlichen, mit Microsporen versehenen Individuen auf uns gekommen, die weiblichen, Macrosporen erzeugenden, ganz ausgestorben, lässt sich gewiss mit Sachs (Lehrbuch d. Bot. 2. Aufl. pag. 384) Mancherlei einwenden. Auch die Ansicht Leitgeb's (Tageblatt der 45. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte, Leipzig 1872, pag. 145), als liessen sich gewisse Analogien in der Zellenstructur der bekannten wenigzelligen Prothallien von Lycopodium mit denjenigen junger Antheridien von Moosen erkennen, mag wohl zum grossen Theile dem Einflusse der Spring'schen Hypothese ihre Entstehung verdanken. Sicherlich wird man bei Kenntniss der für die Keimung günstigen Bedingungen auch hier die entsprechenden Resultate erzielen oder Vorkeime im Freien auffinden, die zwar sehr selten zu sein scheinen, gewiss aber vorkommen werden. [1]

[1]) Dies ist jetzt bereits durch J. Fankhauser geschehen, welcher in der botan.

Ganz entschieden schliesst sich aber die Entwickelung der Sporangien von Lycopodium an diejenige der Marattiaceen an, wie bereits aus den von SACHS (Lehrb. d. Botan. 2. Aufl. pag. 390, 393) gegebenen Andeutungen, bestimmt aus den Untersuchungen HEGELMAIER's (Zur Morphologie d. Gatt. Lycopodium; Bot. Zeit. 1872, pag. 828, tab. XI, fig. 58) hervorgeht. Bei beiden Familien ist es eine ganze Gruppe von Epidermiszellen des Blattes, welche die erste, junge Sporangienanlage bildet, während doch bei Selaginella das Sporangium achsenbürtig ist. Auch der weitere Verlauf der Sporangien-Entwickelung zeigt bei beiden Familien so entschiedene Analogien, dass nach dieser Seite hin die Stellung der Lycopodiaceen neben Marattiaceen gerechtfertigt erscheint. Wenn den von Lycopodium geltenden Gesetzen betreffs der Sporangienanlage die Angaben von JURANYI „über den Bau und die Entwickelung des Sporangiums von Psilotum triquetrum“ (Botan. Zeit. 1871, pag. 177) widersprechen, nach welchen „jene Papillen am Vegetationskegel des Psilotum, welche sich zu Sporangien entwickeln, alle Charaktere der Astpapillen besitzen und ebenso wie die der Stengel und dessen Aeste mit einer dreiseitigen Scheitelzelle endigen“, so muss ich offen gestehen, dass ich nach Untersuchung sehr jugendlicher Sporangienanlagen von Psilotum triquetrum nicht weiss, wie ich die Auffassung JURANYI's deuten soll. Nach dem, was ich gesehen, ist das Sporangium von Psilotum Produkt der Blattbasis, ganz in dem Sinne, wie bei Lycopodium, in seiner Entwickelung wohl zunächst dem von Lycopodium ähnlich, in der Bildung seiner drei Fächer zur Art der Fachbildung der Gattung Marattia hinüberneigend. Ehe ich indessen meine weiteren Bedenken äussere, möchte ich den ganzen Entwickelungsgang, der in meinen Untersuchungen leider noch Lücken zeigt, klar vor mir liegen haben, und bis dahin dürfte auch wohl die versprochene Arbeit JURANYI's in PRINGSHEIM's Jahrbüchern zur Vergleichung vorliegen.[1])

Zeit. 1873, no. 1, tab. I. die jungen Pflanzen und Vorkeime von Lycopodium annotinum beschreibt und abbildet. Wie sich durch die Art der Sporangienbildung die Lycopodiaceen den Marattiaceen anschliessen, stimmen sie in der Entwickelung des unterirdischen, knolligen Vorkeimes so mit den Ophioglosseen überein, dass sie am besten auch in dieser Hinsicht die Stelle zwischen beiden Familien unter den Isosporeen ausfüllen.

[1]) In einem Aufsatze „Einige Bemerkungen über Lycopodiaceen“ in Botan.

31. Lycopodium L.

140. Lycopodium cernuum L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 267. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 226.

Upolu. Montane Region: GRAEFFE no. 373!

— POWELL no. 6! BRACKENRIDGE (der auch für Viti als Sammler genannt werden muss)!

141. Lycopodium carinatum Desv.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 268.

Lycopodium laxum Pr. — Brack. l. c. 325.

Upolu: GRAEFFE no. 283! Auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1110!

— POWELL no. 54! BRACKENRIDGE („common on trees“)!

142. Lycopodium Phlegmaria L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 269. Mett. Novara-Exped. Bot. I. 226.

Upolu. An Bäumen in der montanen Region: GRAEFFE no. 371, 381! Auf dem Mt. Tofua, an Baumstämmen: GRAEFFE no. 1108! Küstenzone; in den Brackwassersümpfen bei Apia, an Mangrovestämmen: GRAEFFE no. 1136!

Tutuila. Montane Region: GRAEFFE no. 402!

— POWELL no. 9! BRACKENRIDGE!

143. Lycopodium squarrosum Forst.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 270. Brack. l. c. 323.

Upolu: GRAEFFE no. 1007! Pseudoparasitisch auf Bäumen auf dem Mt. Tofua: GRAEFFE no. 1109!

Zeit. 1873, pag. 81 ff. giebt Strasburger seine Ansichten über die Sporangien von Lycopodium und Psilotum und schliesst sich betreffs der letzteren Gattung im Wesentlichen der Angabe Juranyi's an. Mit Strasburger stimme ich darin überein, dass das Sporangium von Psilotum einer Scheitelzelle entbehrt, doch kann ich mich im Hinblick auf meine Präparate zu seinen übrigen Resultaten nicht bekennen und am allerwenigsten den philosophischen, auch von Sachs (Lehrb. d. Botan. 3. Aufl. pag. 411) bereits ausgesprochenen Gedanken fassen, wonach das Sporangium bei erwähnter Gattung „ein der ganzen Lycopodium-Aehre homologes Gebilde ist, welches mit zwei Blättern beginnt, deren übriger Theil aber auf die drei zum Theil sogar schon in die Axe eingesenkten Sporocysten reducirt worden ist“ (l. c. pag. 91).

— Powell no. 10!

„From the Feejee Islands, there is a form of the species of a more robust habit, and with leaves inclined to be more rigid.“ Brack. l. c.

32. Psilotum Sw.

144. Psilotum flaccidum Wall.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 271.

Upolu. An Baumstämmen auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1107!

Savai: Graeffe no. 353!

— Powell no. 50?

145. Psilotum nudum Griseb.

Pl. Carib. 130. Mett. Novara-Exp. Bot. I. 227.

Psilotum triquetrum Sw. — Lssn. Fil. Graeff. l. c. 271. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 319.

Upolu: Graeffe no. 1135!

— Powell no. 49! Brackenridge („parasitical on the trunks of Cocoanut and other trees“)!

Cohors II. Phyllosporangieae.

Die „Sporangien“ sind sporenbildende Gewebecomplexe im Innern metamorphosirter Blattheile.

Fam. V. Ophioglossaceae.

33. Ophioglossum L.

146. Ophioglossum pendulum L.

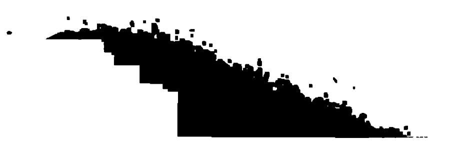
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 264. Milde, Novara-Exped. Bot. I. 225.

Upolu. Montane Region: Graeffe no. 330! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1100! (Sehr grosse, üppige Exemplare.)

Savai: Graeffe no. 217!

Tutuila: Graeffe no. 268, 417!

— Brackenridge! (Viti- und Samoa-Inseln, auf Bäumen.)



147. Ophioglossum vulgatum L.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 265. Milde, Novara-Exp. Bot. I. 225. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. 314.

var. reticulata Mett. Lssn. l. c. 266. Brack. l. c. 315. Tutuila: Brackenridge!

Sectio II. Heterosporeae.

Sachs, Lehrb. d. Botan. 2. Aufl. pag. 324 (mit Ausschluss der Lycopodiaceen).

Cohors I. Trichosporangieae.

I. Angiosporangieae.

Sporangien im Innern von „Sporenfrüchten" (bei Marsilia und Salvinia [1]) metamorphosirte Blattheile, bei Pilularia?) als Trichomgebilde entstehend. (Rhizocarpeae.)

Fam. VI. Marsiliaceae.

Von den Samoa-Inseln ist mir keine Art bekannt. Für die Fidschi-Inseln muss jedoch in der früheren Arbeit nachgetragen werden:

Marsilia quadrifolia L. Spec. plant. 1563. Willd. Spec. Plant. V. 538. Brack. Fil. U. S. Expl. Exped. XVI. 340.

„Feejee Islands; in pools of still water, and plantations of Caladium esculentum": Brackenridge!

„M. quadrifoliata Brack. l. c. und Seem. Journ. of Bot. II. 31 von den Feejeeinseln, ist nur steril gesammelt worden, daher nicht sicher zu bestimmen." Al. Braun, Monatsber. d. Berl. Akad. 1870, pag. 659, 748, wonach die in Rede stehende Form vielleicht zu Marsilia mutica Mett. (Ann. sc. nat. sér. IV. vol. XV. 88.) zu ziehen ist.

Fam. VII. Salviniaceae.

Im Florengebiete nicht vertreten.

[1]) Vgl. Sachs, Lehrb. d. Botan. 3. Aufl. pag. 392.

II. Gymnosporangieae.

Die Sporangien werden bei der einzigen hierher gehörenden

Fam. VIII. Isoëtaceae,

nach HOFMEISTER (Abhandl. d. sächs. Akad. d. Wissensch. IV. 151.) aus einer einzelnen Zelle an der Basis des Blattes zunächst ganz frei entwickelt und erst später vom häutigen Schleier überwuchert. Im Gebiete der Samoa-Inseln ist diese Familie meines Wissens durch keine Art vertreten.

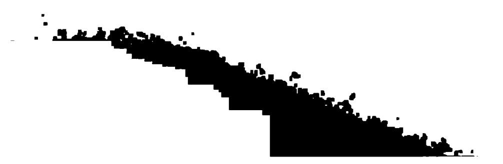
Cohors II. Caulosporangieae.

Die einzige hierher gehörige Familie ist

Fam. IX. Selaginelleae.

Die Sporangien sind bei den Selaginellen ganz entschieden achsenbürtig. Schon die erste Darstellung HOFMEISTER's (Vergleichende Unters. d. Keimung etc. höherer Kryptogamen, pag. 118) giebt dieser Ansicht Ausdruck, indem sie das Sporangium „durch Theilung einer der Zellen des Stengelumfangs, dicht über dem Mittelpunkte der Ansatzstelle des jüngsten Blattes" entstehen lässt. In seinen Zusätzen und Berichtigungen zu diesen Arbeiten (PRINGSHEIM's Jahrb. f. wissensch. Bot. III. p. 292.) verlässt HOFMEISTER jedoch seine richtige frühere Ansicht wieder, und zwar zu Gunsten der Analogien mit den übrigen ihm in der Entwickelung bekannten Gefässcryptogamen: das Sporangium wird zu einem blattbürtigen, wie es ja auch in seiner Stellung im fertigen Zustande, auf der Basis des Tragblattes, meistens erscheint. Auch SACHS (Lehrb. d. Botanik 2. Aufl. pag. 392) nimmt die Sporangien von Selaginella als blattbürtig an, analog denjenigen von Lycopodium, irrt aber hierin sicherlich.[1]) Nach den seit dem Sommer 1871 über sämmtliche im Leipziger botanischen Garten zur Fructification kommenden Selaginellen ausgedehnten Untersuchungen SCHENK's, die auch ich zu verfolgen Gelegenheit hatte, und

[1]) In der 3. Aufl. seines Lehrb. d. Botan. pag. 410 giebt Sachs nur die Hofmeister'sche Ansicht, während er pag. 409 sagt, dass ihr „Ursprung aus der Blattbasis oder aus dem Stamme selbst noch streitig, vielleicht sogar von Art zu Art wechselnd ist."



welche derselbe im Auszuge in einer der Sectionssitzungen bei der Leipziger Naturforscher-Versammlung (vgl. das Tageblatt der 45. Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Leipzig 1872, pag. 145, sowie Botan. Zeit. 1872 pag. 750) mittheilte, tritt das Sporangium ganz entschieden im jugendlichsten Zustande als ein kleiner Zellhöcker aus dem Umfange der Achse über der Anheftungsstelle des Blattes hervor, und zwar ist es nicht eine Zelle sondern eine Gruppe von Zellen des Stengelumfanges, welche sich an der Sporangienbildung betheiligt. (Vgl. auch Strasburger, Coniferen, pag. 254.) Im Uebrigen mag hier noch erwähnt werden, dass sehr häufig bei den Selaginellen die Entwickelung von Macrosporangien ganz unterbleibt oder erst sehr spät an einzelnen Zweigen auftritt, so dass oft nur Microsporangien gefunden werden, eine Erscheinung, welche im Leipziger botanischen Garten ganz besonders an Selaginella rubricaulis Al. Br. beobachtet wurde und deren auch Dr. Pfeffer in einer Sectionssitzung während der Naturforscherversammlung zu Leipzig 1872 Erwähnung that. Ferner sei hier noch gesagt, dass ich bei Selaginella helvetica nicht selten das Auftreten von Microsporangien in der Achsel gewöhnlicher Blätter, und zwar oft weite Strecke unterhalb der Sporangienähre, beobachtete, bald einzeln, bald zu mehreren an dem die Aehre tragenden Zweige.

34. Selaginella Spring.

148. Selaginella atro-viridis Spring.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 272. Brack. Fil. U. S. Expl. Exp. 334.

Upolu: Graeffe no. 284! (Die no. 393 muss zu S. flabellata Spring gezogen werden.)

Savai. Küstenregion: Graeffe no. 218!

— Brackenridge (auf schattigen, feuchten Plätzen in Bergwäldern)!

149. Selaginella Menziesii Spring.

Lssn. Fil. Graeff. l. c. 273. Brack. l. c. 333.

Upolu: Graeffe no. 282, 372! Auf dem Mt. Tofua: Graeffe no. 1111!

Tutuila: Graeffe no. 265!

— Powell no. 8! Brackenridge („The plants from the Feejee

and Samoan groups are larger, and the hairs at the base of the leaves longer, than in those of the Sandwich Islands")!

150. Selaginella nana Spring.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 273. Brack. l. c. 336.
Savai: Graeffe no. 246?
Tutuila. In der Umgebung der Pago-pago Bay: Brackenridge!
„Our plant differs a little from that described by Spring; the spikes being somewhat longer, and the margin of the scales not so decidedly ciliate." Brack. l. c.

151. Selaginella Vogelii Spring.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 274.
Powell no. 134?

152. Selaginella tenera Spring.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 274.
Powell no. 133?

153. Selaginella flabellata Spring.
Lssn. Fil. Graeff. l. c. 274.
Upolu: Graeffe no. 393! (Nicht S. atro-viridis Spring, Lssn. l. c. 272.)

Kurze Uebersicht des Systemes.

Cryptogamae vasculares.

Sectio I. Isosporeae. (pag. 346.)
Cohors I. Trichosporangieae. (pag. 346.)
Fam. I. Filices. (pag. 347.)
Ordo 1. Hymenophyllaceae. (pag. 347.)
„ 2. Gleicheniaceae. (pag. 352.)
„ 3. Schizaeâceae. (pag. 353.)
„ 4. Osmundaceae. (pag. 354.)
„ 5. Cyatheaceae. (pag. 354.)
„ 6. Polypodiaceae. (pag. 356.)

Fam. II. Equisetaceae. (pag. 398.)
Fam. III. Marattiaceae. (pag. 399.)
Fam. IV. Lycopodiaceae. (pag. 400.)
Cohors II. Phyllosporangieae. (pag. 403.)
Fam. V. Ophioglossaceae. (pag. 403.)
Sectio II. Heterosporeae. (pag. 404.)
Cohors I. Trichosporangieae. (pag. 404.)
I. Angiosporangieae (Rhizocarpeae). (pag. 404.)
Fam. VI. Marsiliaceae. (pag. 404.)
Fam. VII. Salviniaceae. (pag. 404.)
II. Gymnosporangieae. (pag. 405.)
Fam. VIII. Isoëtaceae. (pag. 405.)
Cohors II. Caulosporangieae. (pag. 405.)
Fam. IX. Selaginelleae. (pag. 405.)

Schlussbemerkungen.

Lange nach Abschluss dieser Arbeit und nachdem bereits ein Theil des Manuscriptes in die Druckerei gesendet worden war, erschien die längst erwartete vorzügliche Abhandlung Russow's: Vergleichende Untersuchungen etc. etc. der Leitbündel-Kryptogamen (Mém. de l'acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg, Sér. VI. vol. XIX. no. 1.). Der Verfasser giebt uns, gestützt auf seine Untersuchungen, ein System der Gefässcryptogamen, das die oben entwickelten Ansichten in den wesentlichsten Punkten bestätigt, und noch den Vortheil hat, dass auch die Anatomie, besonders der Gefässbündel, mit in Betracht gezogen worden ist. Da es nicht möglich war, im Texte Rücksicht auf Russow's Arbeit zu nehmen, so mögen wenigstens hier noch einige Bemerkungen zu vorstehendem Systeme Platz finden.

In Bezug auf die Entwickelung der Sporangien von Aneimia Phyllitidis (Russow l. c. 86.) haben nachträglich von mir ohne Kenntniss der Russow'schen Ansicht ausgeführte Untersuchungen ein gleiches Resultat ergeben; meine Zeichnungen der ersten Sporangienanlagen stimmen ganz mit denen Russow's (tab. VIII. fig. 162) überein.

Die Angaben Russow's (l. c. 109) über die Sporangien der

Marattia-Arten bestätigen im Wesentlichen meine in der mehrfach citirten Arbeit niedergelegten Resultate der Entwickelungsgeschichte dieser Organe.

Ueber die Sporangien von Equisetum äussert sich Russow, l. c. 147: „Dass die Sporangien, wie Hofmeister behauptet, ihren Anfang mit einer Zelle nehmen, die durch abwechselnd geneigte Wände sich theilt, ist mir eben so wenig als eine Centralzelle, aus der durch successive Zweitheilung die Sporenmutterzellen hervorgehen, zu beobachten gelungen. In den jüngsten, wie auch in den älteren von mir beobachteten Entwickelungsstadien erscheint das Sporangium als Hügel, der im Innern aus unregelmässig angeordneten Zellen zusammengesetzt, nach aussen von einer Zellenschicht überzogen ist, die sich als unmittelbare Fortsetzung der äusseren Zellenschicht des prismatischen oberen und des cylindrischen unteren, stielförmigen Theiles des fertilen Blattes zu erkennen giebt.“ Trotzdem können in der oben gegebenen Anordnung die Equisetaceen an ihrem Platze bleiben, da sie nach Russow auch in der Wurzelbildung und der Schutzscheide an die Filicinae sich anschliessen, die Marattiaceen durch Wurzelbildung und Fehlen der Schutzscheide in dem Blattgewebe sich den Lycopodiaceen nähern. Es würde somit die erste Familie der Filices den übrigen drei Familien der Gruppe (Equisetaceen, Marattiaceen und Lycopodiaceen) scharf dadurch gegenüber treten, dass bei ihr allein das Sporangium aus nur einer Epidermiszelle hervorgeht.

Bei Pilularia neigt sich Russow (l. c. pag. 76) zu der Ansicht, „dass die Klappen des Pilularia-Receptaculum morphologisch denen von Marsilia entsprechen, also metamorphosirte Theile eines Blattes sind.“

Endlich stimmt auch Russow darin mit den neuesten und älteren Untersuchungen überein, dass die Sporangien von Selaginella, gegenüber denen aller anderen Gefässcryptogamen, achsenbürtig sind (l. c. pag. 138).

Auf pag. 360, no. 34: **Vittaria elongata Sw.**, ist aus Versehen vergessen worden die

var. samoënsis Lssn. l. c. 95.

Upolu: Graeffe no. 180, 273!
Savai: Graeffe no. 245, 252!

Ferner erhielt ich nachträglich eine kleine Sammlung von Upolu, von Herrn Krause auf dieser Insel angelegt und einige Farne enthaltend, welche hier zum Schlusse noch aufgeführt werden mögen. Es sind, unter den Nummern des vorstehenden Verzeichnisses aufgezählt:

30. Chrysodium cuspidatum Kuhn.
51. Polypodium Phymatodes L.
59. Pteris ensiformis Burm.
60. — biaurita L. forma quadriaurita — asperula (Retz. — J. Sm.)
68. Asplenium Nidus L. Junge, noch nicht fructificirende Exemplare.
73. — falcatum Lam.
76. — cuneatum Lam.
80. — sylvaticum Pr.
97. Aspidium membranifolium Kze.
104. — molle Sw.
115. Nephrolepis ramosa Moore, und zwar der von Brackenridge als N. repens beschriebene Jugendzustand, identisch mit Graeffe's no. 306a und 1083.
117. — hirsutula Pr.
127. Davallia denticulata Mett. Steril und daher die var. nicht bestimmbar.
129. — Speluncae Baker.

Index.

Acrostichum L. 356.
conforme Sw. 356, rivulare Hook. 357, samoënse Bak. 356, strictum Raddi 357.
Actinostachys digitata Wall. 354.
Adiantum L. 366.
diaphanum Bl. 367, lunulatum Burm. 366.
Alsophila RBr. 354.
decurrens Hook. 355, lunulata RBr. 355, Samoënsis Brack. 354, truncata Brack. 355.
Angiopteris Hoffm. 399.
evecta Hoffm. 399.
Antrophyum Kaulf. 361.
callaefolium Bl. 361, plantagineum Klf. 361, plantagineum var. angustata Hk. et Bak. 361, reticulatum Klf. 361, 362, subfalcatum Brack. 361.
Arthropteris Beckleri Mett. 390, ramosa Mett. 390.
Aspidium Sw. 383.
aculeatum Döll 383, aculeatum var. samoënsis Lssn. 383, amboinense Willd. 386, arborescens Lssn. 385, aristatum Sw. 384, atratum Wall. 384, Brackenridgii Mett. 384, calcaratum Bl. 385, callosum Bl. 386, cicutarium Sw. 389, cucullatum Bl. 386, Cunninghami Kze. 387, davallioides Kuhn 386, decurrens Pr. 388, dissectum Mett. 386, Forsteri Kze. 388, funestum Kze. 385, glanduliferum Mett. 387, hirtipes Bl. 384, inaequilaterale Lssn. 384, latifolium J. Sm. 388, Leuzeanum Kze. 387, membranifolium Kze. 385, molle Sw. 386, molle var. patens Lssn. 387, obtusifolium Willd. 390, pachyphyllum Kze. 388, patens Sw. 387, pennigerum Sw. 387, polycarpon Bl. 387, rubiginosum Lssn. 389, setigerum Kuhn 385, squamigerum Lssn. 385, 389, subtriphyllum Hook. 388, truncatum Gaud. 386, uliginosum Kze. 385, unitum Mett. 389.

Asplenium L. 370.
amboinense Willd. 370, amboin. var. Feejeense Lssn. 370, appendiculatum Pr. 376, arborescens Mett. 381, Brackenridgii Baker 380, 382, bulbiferum Forst. 374, 376, 378, bulbiferum var. tripinnatum Hook. 376, bullatum Wall 375, 376, caudatum Forst. 372, cuneatum Lam. 373, 374, cuneatum var. laserpitiifolia Lssn. 373, distans Brack. 372, dubium Brack. 375, 377, elongatum Sw. 372, emarginatum Beauv. 372, esculentum Pr. 382, Fabianum Moore 376, falcatum Lam. 372, flaccidum Forst. 375, Graeffei Lssn. 382, horridum Klf. 372, japonicum Thbg. 381, laserpitiifolium Lam. 373, lasiopteris Mett. 381, laxum RBr. 376, macrophyllum Sw. 372, macrophyll. var. urophyllum Bedd. 372, Mertensianum Kze. 374—376, 378, multifidum Brack. 377, 378, multilineatum Hook. 370, multilin. var. semipinnata Lssn. 371, musaefolium Hk. 370, Nidus L. 370, nitidum Sw. 373, 374, Odontites RBr. 375, polyodon Forst. 372, Powellii Baker 377, proliferum Lam. 382, prolif. var. bipinnata Moore 382, resectum J. Sm. 373, rhizophyllum Hk et Bak. 377, rhizophyllum Kze. 377, scandens J. Sm. 378, Schkuhrii Mett. 381, Shuttleworthianum Kze. 374—376, 378, simile Bl. 372, spathulinum J. Sm. 374, speciosum Mett. 381, sylvaticum Pr. 380, tenerum Forst. 371, Thwaitesii Al. Br. 381, tomentosum Mett. 381.

Blechnum L. 369.
cartilagineum Sw. 369, cartilag. var. vittata Lssn. 369, lanceolatum Sturm 369, orientale L. 369, polypodioides Kuhn 369, procerum Sw. 369, reptans Lssn. 369, vulcanicum Kuhn 369, vulcan. var. gigantea Lssn. 369.

Caenopteris appendiculata Labill. 375, 376, Odontites Thbg. 375, 376.

Callipteris esculenta J. Sm 382.

Calymmodon cucullatus Pr. 362.

Campteria biaurita Hook. 367.

Cassebeera pedata J. Sm. 367.

Chrysodium Fée 357.
aureum Mett. 357, cuspidatum Kuhn 358, repandum Mett. 358, sorbifolium Lssn. 358, sorbifol. var. oleandrifolia Lssn. 358, vulgare Fée 357, Zollingeri Kuhn 357.

Cyathea Sm. 355.
propinqua Mett. 355.

Cyrtogonium rivulare Brack. 357.

Darea Odontites Willd. 375.

Davallia Sm. 393.
alata Bl. 393, alpina Bl. 393, contigua Sw. 393, denticulata Mett. 395, denticul. var. elata Mett. 395, elata Sw. 395, elegans Sw. 395, Fijiensis Hk. 395, Gaimardiana Pr. 393, Graeffei Lssn. 394, heterophylla Sm. 393, moluccana Bl. 395, pallida Mett. 394, pentaphylla Bl. 396, pycnocarpa Brack. 396, sessilifolia Bl. 396, solida Sw. 394, Speluncae Baker 396.

Dennstaedtia Bernh. 396.
flaccida Bernh. 396, Samoënsis Moore 396.
Dicksonia L'Herit. 354.
anthriscifolia Kze. 396, Berteroana Hook. 354, dubia Gaud. 354.
Diplazium falcatum Brack. 382, Schkuhrii J. Sm. 381, Sheperdi Pr. 382, sylvaticum Sw. 380.
Doodya Kunthiana Gaud. 369.
Drynaria alternifolia Brack. 365, coadunata Brack. 383, obtusata Brack. 365, polycarpa Brack. 364, sylvatica Brack. 366, vulgaris J. Sm. 365.
Elaphoglossum conforme Schott 356, samoënse Brack. 356.
Gleichenia RBr. 353.
dichotoma Hook. 353, flagellaris Spr. 353.
Grammitis cucullata Bl. 362.
Gymnogramme Desv. 366.
involuta Hook. 364, tartarea Desv. 366.
Humata serrata Brack. 393.
Hymenophyllum Sm. 348.
affine Brack. 349, dilatatum Sw. 348, emarginatum Sw. 348, Feejeense Brack. 349, flabellatum Labill. 349, formosum Brack. 348, nitens RBr. 349, polyanthos Sw. 348, Tunbridgense Sm. 349, Wilsoni Hk. 349.
Hypolepis Bernh. 383.
dicksonioides Hook. 383, tenuifolia Bernh. 383.
Lastrea aristata Bedd. 384, atrata Pr. 384, hirtipes (Moore) Bedd. 384, patens Pr. 387.
Lindsaya Dry. 397.
adiantoides Kuhn 397, chinensis Mett. 397, chinensis var. latifolia (Brack.) 398, lobata Poir. 398, nitens Bl. 398, Pickeringii Mett. 398, tenuifolia Bl. 398, tenuifolia Mett. 398, trichomanoides Dry. 397.
Litobrochia aurita Pr. 368, tripartita Pr. 368.
Lomagramme pteroides J. Sm. 359.
Lomaria capensis Willd. 369, chilensis Klf. 369, Gilliesii Hk. et Grev. 369, lanceolata Spr. 369, onocleoides Spr. 369, procera Spr. 369, vulcanica Bl. 369.
Lomariopsis sorbifolia Fée 358.
Loxogramme lanceolata Pr. 364.
Lycopodium L. 402.
carinatum Desv. 402, cernuum L. 402, laxum Pr. 402, Phlegmaria L. 402, squarrosum Forst. 402.
Lygodictyon Schkuhrii J. Sm. 354.
Lygodium reticulatum Schk. 354.
Marattia Sm. 400.
fraxinea Sm. 400.
Marsilia L. 404.
quadrifolia L. 404, mutica Mett. 404.

Microlepia inaequalis Pr. var. minor Brack. 395, papillosa Brack. 396, Speluncae Moore 396.

Micropodium Durvillei Mett. 379.

Nephrodium abruptum Hook. 386, attenuatum (Seem. Journ.) 385, hirtipes Hook. 384, propinquum RBr. 389, terminans Hook. 386, unitum Bedd. 386.

Nephrolepis Schott. 390.

acuta Pr. 391, altescandens Bak. 392, biserrata Schott 391, cordifolia Pr. 390, cordifolia var. tuberosa Bak. 390, hirsutula Pr. 392, obtusifolia Pr. 390, ramosa Moore 390, repens Brack. 391, tuberosa Pr. 390.

Niphobolus adnascens Klf. 363, carnosus Bl. 363, glaber Klf. 363, varius Klf. 363.

Odontoloma tenuifolium Pr. 398.

Oleandra Cav. 389.

hirtella Miq. 389, neriiformis Cav. 389.

Ophioglossum L. 403.

pendulum L. 403, vulgatum L. 404, vulg. var. reticulata Mett. 404.

Phegopteris Fée 383.

Cunninghami Mett. 387, irregularis Mett. 383, macrodonta Mett. 383.

Pleopeltis Phymatodes Moore 365.

Poecilopteris repanda Pr. 358.

Polybotrya H. B. K. 359.

lomarioides Kuhn 359, marattioides Brack. 371.

Polypodium L. 362.

accedens Bl. 364, adnascens Sw. 363, alternans Mett. 365, alternifolium Willd. 366, alte-scandens Colla 391, 392, conjugatum Klf. 365, contiguum Brack. 362, cucullatum Nees et Bl. 362, decorum Brack. 362, dilatatum Wall. 366, involutum Mett. 364, irioides Poir. 364, longissimum Bl. 365, Loxogramme Mett. 364, nutans Bl. 362, pennigerum Hk. 387, Phymatodes L. 365, Powellii Bak. 365, punctatum Sw. 364, samoënse Bak. 362, setigerum Bl. 362, subauriculatum Bl. 363, subauricul. var. serratifolia Hk. 363, sylvaticum Mett. 366, tamariscinum Klf. 363, tripinnatifidum Brack. 363, varium Mett. 363.

Prosaptia contigua Pr. 394.

Psilotum Sw. 402.

flaccidum Wall. 403, nudum Griseb. 403, triquetrum Sw. 403.

Pteris L. 367.

aculeata Sw. 368, aquilina var. esculenta Hook. 368, asperula J. Sm. 368, aurita Bl. 368, biaurita L. 367, Blumeana Ag. 367, concolor Langsd. et Fisch. 367, crenata Sw. 367, ensiformis Burm. 367, geraniifolia Raddi 367, incisa Thbg. 368, incisa var. aurita 368, longipinnula Wall. 367, marginata Bory 368, nemoralis Willd. 367, patens Hk. 368, quadriaurita Retz. 367, repandula Lk. 367, tripartita Sw. 368.

Sagenia pteropus Moore 388, pteropus var. minor Bedd. 388, varia Brack. 383.

Schizaea Sm. 353.
dichotoma Sw. 353, digitata Sw. 354, Poeppigiana Sturm 353.
Schizoloma recurvatum Moore 398.
Scolopendrium Durvillei Bory 378, 379.
Selaginella Spring 406.
atro-viridis Spring 406, flabellata Spring 406, 407, Menziesii Spring 406, nana Spring 407, tenera Spring 407, Vogelii Spring 407.
Selliguea involuta Kze. 364.
Sitolobium samoënse Brack. 396.
Stenochlaena longifolia J. Sm. 358, oleandrifolia Brack. 358.
Taenitis angustifolia RBr. 360, lanceolata RBr. 360.
Thamnopteris Phyllitidis Pr. 370.
Todea Willd. 354, 399.
Fraseri Hook. et Grev. 354, Fraseri var. bidentata Lssn. 354.
Trichomanes L. 349.
bipunctatum Poir. 350, caudatum Brack. 351, digitatum Sw. 350, exaltatum Brack. 351, Filicula Bory 350, humile Forst. 350, Javanicum Bl. 350, Javanicum var. alata Kuhn 350, longisetum Bory 352, maximum Bl. 352, meifolium Bory 351, muscoides Sw. 350, parvulum Poir. 350, peltatum Bak. 349, polyanthos Hook. 351, Powellii Bak. 350, rigidum Sw. 351, Vitiense Bak. 349.
Vaginularia Fée 359.
Junghuhnii Mett. 359.
Vittaria Sm. 360.
Amboinensis Fée 360, elongata Sw. 360, elongata var. samoënsis Lssn. 409, plantaginea Bory 360, scolopendrina Mett. 360.
Woodwardia Sm. 369.
media Fée 369.

V.

Die Theorie der Wurzelkraft.

Von

Dr. W. Detmer.

Vorbemerkungen.

Es war zunächst nur meine Absicht mich über die Phänomene, welche durch die Wurzelkraft hervorgerufen werden, zu orientiren; da sich bei Gelegenheit dieser Beobachtungen indessen einige interessante Thatsachen herausstellten, so beschloss ich, angeregt durch Herrn Hofrath SCHENK, die Sache weiter zu verfolgen. Die Untersuchungen sind im botanischen Laboratorium der Universität Leipzig ausgeführt worden und ich spreche hiermit dem genannten Herrn, meinem hochverehrten Lehrer, meinen herzlichsten Dank für die vielfältigen Rathschläge aus, die mir von seiner Seite zu Theil geworden sind, und besonders auch für die Freundlichkeit, mit welcher er mir die Literatur, die sich auf den Gegenstand bezieht, aus seiner Bibliothek zur Disposition stellte. Zunächst möge zur Orientirung eine Definition dessen gegeben werden, was man unter der Wurzelkraft und unter einer Theorie der Wurzelkraft versteht, sodann wollen wir weiter, um ein richtiges Verständniss der Sache herbeizuführen, in möglichst objectiver Weise einen Ueberblick über die historische Entwicklung der Anschauungen geben, die von verschiedenen Forschern in Bezug auf den Gegenstand vertreten wurden, dann aber soll die Darlegung der Methode und der Resultate unserer Untersuchungen folgen, um endlich, von dem gewonnenen Standpunkte ausgehend, die früheren Arbeiten kritisch zu beleuchten.

I.
Definition.

Die grossen Quantitäten Wassers, welche die Pflanze zur normalen Entwicklung bedarf, nimmt sie von aussen auf und zwar auf alle Fälle den grössten Theil aus dem Boden vermittelst der Wurzeln, vielleicht aber auch einen kleinen Theil vermittelst der oberirdischen Organe aus der Atmosphäre, wenigstens sprechen einige Gründe für diese Annahme, wenn gleich die Sache einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen ist. Einmal wird nun das Wasser benutzt, um zur Entstehung der chemischen Verbindungen zu dienen, die den vegetabilischen Organismus zusammensetzen und zwar kann das Wasser entweder als solches in jene eintreten oder der Wasserstoff des Oxydes wird allein assimilirt, der Sauerstoff aber abgeschieden, welcher Prozess durch Untersuchungen von Boussingault wahrscheinlich gemacht worden ist. [1]) Diesen Theil des Wassers, der also auf zweierlei Weise zur Bildung chemischer Verbindungen dient, kann man wohl passend als Constitutionswasser bezeichnen. Ferner können wir Molecularwasser die Quantität des aufgenommenen Wassers nennen, welche die Hüllen jener Krystalle und unendlich kleinen Plasmamassen bilden, aus denen nach Naegeli's [2]) schönen und überaus scharfsinnig ausgeführten Untersuchungen die Bausteine der Pflanzen bestehen. Durch Imbibition wird zwischen die Moleküle [3]) der Elementarorgane oft mehr Wasser eingelagert, als eine normale Molecularstructur erfordert, indessen ist diese Menge, vorausgesetzt natürlich, dass sie ein gewisses Maximum nicht überschreite, dem Organismus keineswegs nachtheilig; ausserdem aber enthalten die Hohlräume der lebenden Zellen auch noch Wasser. Diese Quantitäten, die zur Lösung von Stoffen, zum Auftreten der Diffusionserscheinungen, zur Spannung und Erhaltung der Functionsfähigkeit der Gewebe dienen, wird man am besten als Transloca-

[1]) Die Landwirthschaft in ihrer Beziehung zur Chemie u. s. w. B. I. S. 54.

[2]) Sachs, Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen. S. 398.

[3]) Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass man hier mit dem Ausdruck Moleküle einen anderen Begriff als in der Chemie verbindet.

kraft hervorgerufen werden, einem genauen Studium unterwarf und der auch schon versuchte, sich ein Bild über die Ursachen derselben zu entwerfen, war HALES. Er spricht sich in seinem im Jahre 1726 erschienenen berühmten Buche: „Vegetable statics“ ausführlich über den Gegenstand aus. Leider war es mir nicht möglich das Original zu erhalten, so dass ich die deutsche Uebersetzung desselben von WOLFF benutzen musste, die 1748 erschienen ist und welche letzterer mit einer Einleitung, betitelt: „Auszug aus der Pflanzenlehre“, versehen hat.

Zunächst suchte HALES sich davon zu überzeugen, dass die Pflanzen die Eigenschaft besitzen zu transpiriren.[1] Er pflanzte Sonnenblumen, Kohlpflanzen, Reben, Citronenbäume u. s. w. in Blumentöpfe, bedeckte dieselben mit Bleiplatten, welche mit zwei Oeffnungen versehen waren, deren eine den Stamm der Pflanze aufzunehmen hatte, während durch die andere ein Glasrohr eingeführt war, um das Begiessen zu ermöglichen. Täglich zwei Mal, am Morgen und am Abende, ausgeführte Wägungen zeigten, dass die Transpiration eine sehr beträchtliche war, und HALES sah ihre Bedeutung einmal darin, dass es der Pflanze nur in dieser Weise möglich sei, die sehr verdünnte nahrungsführende Flüssigkeit des Bodens in grösserer Quantität aufzunehmen, weiter aber erkannte er, dass die Vegetation zur normalen Entwicklung das Wasser überhaupt bedürfe.

Nicht wie die Thiere, hebt HALES weiter hervor, besitzen die Pflanzen ein Organ, welches im Stande ist die Flüssigkeiten des Organismus durch Contraction und Ausdehnung in Bewegung zu setzen, vielmehr sind es hier andere Vorrichtungen, und von diesen sind zunächst die Wurzeln ins Auge zu fassen. HALES befestigte eine Wurzel von $^1/_2$'' Durchmesser luftdicht in einer Glasröhre, füllte letztere mit Wasser an, verschloss die Oeffnung mit dem Daumen und brachte jene dann unter Quecksilber, worauf sich zeigte, dass dies bald 8'' hoch in der Röhre aufstieg, die Wurzel also eine entsprechende Menge des Wassers eingesogen haben musste. Aehnliches beobachtete HALES, wenn er statt der Wurzeln, Aeste oder Stämme in den Apparat einschaltete, in welchen Fällen er auch be-

[1]) Hales, Statik. S 1—48.

merkte, dass das Quecksilber bei schönem Sonnenschein höher stieg als zu Zeiten, wo dieser fehlte.[1])

Als HALES eine kleine Glasröhre mit Holzasche oder Mennige füllte, unten ein Glasrohr ansetzte, welches, nachdem es mit Wasser gefüllt war, mit dem unteren Ende in Quecksilber getaucht wurde, als er ferner an das obere Ende der die Asche enthaltenden Röhre eine weitere ansetzte, die Quecksilber enthielt, beobachtete er, dass das letztere in der obersten Röhre in die Höhe getrieben wurde und dass es in der untersten nach einigen Tagen bis zu 7'' Höhe gestiegen war. Nachdem er ferner auf die anziehende Wirkung der Schwämme aufmerksam gemacht hat, sagt HALES:[2]) „Aus eben diesem Grunde kommt her, dass die Pflanzen durch ihre kleinen Haarröhrgen die Feuchtigkeit so stark in sich ziehen, wie wir so umständlich in vorhergehenden Erfahrungen gesehen haben. Diese Feuchtigkeit versieget nun in der Transpiration durch die Wärme, setzet also die Saftgefässe in Freiheit, unaufhörlich neue Nahrung zu ziehen, welches sie nicht thun könnten, wenn sie damit schon gänzlich angefüllt wären.“

Um die Wirkungen der Kräfte zu veranschaulichen, die den Saft emportreiben, schnitt HALES eine Rebe dicht über dem Boden ab und setzte drei Glasröhren übereinander auf den Stamm, der $^3/_4$'' im Durchmesser besass. Der Saft wurde bis auf 21' Höhe nach und nach getrieben und zwar fand das Steigen am Tage schneller statt als in der Nacht, schneller bei Sonnenschein als bei bedeckter Luft. Als der Engländer ähnliche Experimente am 4. Juli mit einer Rebe anstellte, stieg der Saft nicht und er schloss daraus, dass ausserhalb der Thränzeit die Transpiration der Blätter zu der Anziehung der Gefässe im Holze dazu kommen müsse, um die Saftbewegung herbeizuführen, dass die Wurzelkraft dann nicht wirke. Eine Vorstellung von der grossen Kraft, mit welcher der Saft aus der Rebe ausfliesst, sucht sich HALES noch dadurch zu verschaffen, dass er auf einen $^7/_8$'' Durchmesser besitzenden Rebenstumpf von 2' 9'' Länge eine zweimal gebogene Glasröhre als Manometer aufsetzte und Quecksilber hineinbrachte. Letzteres erreichte einen Stand von $32^1/_2$'', welcher einer Wassersäule von 36' 5'' Höhe entspricht.

[1]) Hales, Statik. S. 52.
[2]) Ebendaselbst. S. 52.



Aus dem, was Wolff in der Einleitung sagt,[1]) geht hervor, dass er das Thränen der Bäume aus der anziehenden Wirkung der Gefässe erklärt; eine treibende Kraft kann der Uebersetzer sich nicht vorstellen, da er hier wieder auf die Malpighi'sche Erklärung zurückkommt und diese ihm unwahrscheinlich ist, indem er glaubt, dass die Feuchtigkeit auf anderem Wege aus dem Boden entweichen könne.

Bei Gelegenheit unserer historischen Darlegungen ist nun Sarrabat[2]) zu nennen, der nach den Angaben von Dutrochet die Ansicht vertrat, dass der Saft in die Höhe getrieben würde, indem im Frühjahre die Luft im Mark und in den Intercellularräumen der Gewächse durch die Wärme eine Volumvergrösserung erfährt und sich so ausdehnend, einen Druck hervorruft.

Dutrochet selbst sagt, nachdem er zuvor das Phänomen der Saftbewegung dargelegt hat:[3]) „L'observation apprend, que l'ascension de la sève dépend de deux forces: 1 d'une impulsion; 2 d'une attraction.“ Um eine treibende Kraft zu constatiren, legte Dutrochet eine Wurzel, die sich im Boden befand, ziemlich frei und schnitt sie dann ab, worauf der aufsteigende Saft herausfloss. Durch mikroskopische Untersuchung überzeugte er sich, dass die Wurzeln in feine Fasern auslaufen, die ein schwammiges Gewebe zeigen[4]) und dass Wasser im Stande ist einzudringen. Die treibende Kraft sucht Dutrochet dann auf endosmotische Wirkungen zurückzuführen. Die emporziehende Kraft für den Saft sucht er dagegen in der Capillarwirkung der communicirenden inneren Theile der Pflanze und in der Transpiration.

Dutrochet und ferner dann auch Reninger[5]) fassten die Spiralgefässe als die wesentlichsten Wege für das Wasser auf, welches durch die Wurzelkraft emporgetrieben wird. Dem gegenüber hat Bruecke dann ganz neue Anschauungen ausgesprochen, als er im Jahre 1844 die Resultate seiner Untersuchungen über das Bluten

---

[1]) Hales, Statik. Einleitung. S. XIV.

[2]) Dutrochet, Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux. 1837, I p. 389.

[3]) Ebendaselbst p. 392.

[4]) Dutrochet hat sicher Wurzelhauben untersucht, nicht Wurzelhaare, denn p. 394 spricht er von centralen und peripherischen Zellen.

[5]) Botanische Zeitung, 1843 v. 17. März.

des Rebstocks publicirte. Bruecke[1]) weist darauf hin, dass die Zellen der Markstrahlen und manche andere des Holzkörpers im Winter mit Amylum gefüllt sind, dass sie aber beim Beginne des Frühlings schon reichliche Wasserquantitäten enthalten, wenn die Spiralgefässe noch mit Luft erfüllt sind. Daraus folgert Bruecke dann:[2]) „Diese Thatsache, von der sich jeder in der entsprechenden Jahreszeit leicht überzeugen kann, schliesst von vorn herein jede Hypothese über das primäre Aufsteigen des Saftes in den Spiralröhren aus.“ Das Wasser tritt nach Bruecke also nicht zunächst in die Spiralgefässe ein, sondern es sind jene genannten Zellen, die es in erster Linie anziehen. Die Stärke wird dadurch einmal in einen aufgequollenen Zustand versetzt, weiter aber auch in lösliche Substanzen umgewandelt, fortwährend zur Vollziehung dieser Processe mehr Wasser angezogen, bis die Zellen strotzend mit diesem sich angefüllt haben. Die Wasseranziehung geht aber auch dann noch ihren Gang weiter, die überschüssige Flüssigkeit ergiesst sich aber in die Spiralgefasse. Nach der Anschauungsweise Bruecke's gelangt der Saft also aus der Wurzel ohne Mitwirkung der Spiralgefässe zunächst in die stärkehaltigen Zellen und zwar hält er es für möglich, dass die Flüssigkeit auf diese Weise in die äussersten Ausläufer der oberirdischen Organe gelangen könne; dann aber wird der Ueberschuss von hier aus in die Spiralgefässe transportirt und nun wird er vermittelst der Schwere hinabgezogen. Auf Grund dieser Hypothese sucht nun Bruecke auch manche beobachtete Erscheinungen zu erklären. Wirkt die Schwere auf den Saft ein, so muss derselbe sich in den unteren Theilen des Organismus zunächst in grösster Masse anhäufen und darum beginnt das Bluten hier zeitiger als an höheren Theilen. Ferner fand unser Forscher, dass Steigröhren, die an verschiedenen hoch gelegenen Aesten ein und desselben Rebstocks angesetzt wurden, in manchen Fällen eine Differenz des Saftdrucks angaben, welche einer Saftsäule von der Höhe des verticalen Abstandes der beiden Manometer entsprach.

So berechnet Bruecke z. B. aus den Untersuchungen, die mit Röhre VIII und IX angestellt wurden, Derartiges. VIII war an dem einen Aste eines Weinstocks in einer Höhe von 7′ über dem Boden

---

[1]) Ueber das Bluten des Rebstocks. Poggd. Annal. d. Chem. u. Phys. 1844. B. 3. S. 204.

[2]) Ebendaselbst. S. 182.

befestigt, IX dagegen an einem andern Ast derselben Pflanze $4^1/_4$′ darunter. Das Steigen des Quecksilbers im Manometer ergab sich nun in folgender Weise.

Tag	Stunde	Steigen nach pariser Zoll bei	
		IX	VIII
April			
28	7	209	165
„	2	169	123
„	8	204	156
29	7	236	191
„	10	267	214
„	6	164	126

Die Bruecke'sche Arbeit veranlasst uns noch ferner zur Erwähnung der von ihm beobachteten Schwankungen des Quecksilberstandes. [1]) Diese sind nach ihm einmal der Ausdruck wesentlicher oder constanter Variationen der Intensität des Saftausflusses oder accidentelle Veränderungen desselben. Jene ersteren Variationen bewirken, dass die Differenz zwischen dem täglichen Minimum und Maximum des Quecksilberstandes im Manometer vom Anfang der Versuche an bis zur Zeit, wo die Blätter sich entfalten, fortschreitend grösser wird, dann aber hört sie auf sich zu zeigen, da die Transpiration eintritt. Diese Erscheinungen zeigen sich jährlich in gleicher Weise wieder, während dagegen die accidentellen Variationen allerdings auch wiederkehren, aber stets in veränderter Form, indem sie durch Feuchtigkeit und Wärme vielfältig modificirend beeinflusst werden.

Die weitere Verfolgung unserer historischen Betrachtungen wird uns jetzt die Arbeiten eines Mannes kennen lehren, die von grösster Bedeutung für unsern Gegenstand geworden sind. Wie es Hales' Verdienst ist, die ersten brauchbaren Beobachtungen über die Phänomene zu machen, welche durch die Wurzelkraft hervorgerufen werden, so ist es das Verdienst Hofmeister's, durch genaues Studium der Erscheinungen und scharfsinnige Combinationen zuerst eine rationelle Theorie der Wurzelkraft begründet und hier, wie auf manchen anderen Gebieten, die leitenden Grundideen angegeben zu haben, die einer weiteren Entwicklung fähig sind.

[1]) Poggendorf Annalen. 1844. B. 3. S. 192.

Hofmeister's erste Abhandlung, welche er im Jahre 1858 publicirte, schliesst sich unmittelbar an die Bruecke'sche Arbeit an. Der Autor bespricht die letztere zunächst kurz und wendet sich dann zur Kritik der darin ausgesprochenen Grundanschauung, nach der der Saft zunächst von den amylumhaltigen Zellen aufgenommen wird, um erst von dort aus in die Spiralgefässe zu gelangen. Nach Hofmeister [1]) wird die Spannung des Rebsaftes fast gar nicht verändert, wenn man die Theile der Pflanzen niederbiegt, die oberhalb der Ansatzpunkte der Manometer sich finden, während sie nach der Bruecke'schen Hypothese in diesem Falle die grösste Depression erleiden müsste, indem dann eine grosse Quantität des Saftes nicht auf die Manometer wirken könnte, sondern durch die Schwerkraft in die äussersten Enden der Spiralgefässe befördert würde, die sich in den abwärts gebeugten Theilen befinden. Als Hofmeister eine Wurzel freilegte und sie unweit des Stammes durchschnitt, um dann sowohl an das Ende der Wurzel, die im Boden fortlief, als auch an den Theil, der noch mit dem Stamme sich im Zusammenhang befand, ein Steigrohr anzusetzen, zeigte sich, dass dasu Qecksilber im ersteren weit stärker als im letzteren emporgehoben wurde, während die Bruecke'sche Hypothese das Auftreten der Erscheinung im umgekehrten Sinne verlangt. Wenn die Entfaltung der Blätter begonnen hat, so fliesst aus den oberirdischen Theilen allerdings kein Saft mehr aus, indessen ist dies bei den Wurzeln während der ganzen Vegetationsperiode der Fall. Die Kraft, mit welcher der Saft aus Wurzeln hervorquillt, hielt am 21. Juni einer Quecksilbersäule von 699mm, am 3. Juli einer von 618mm, am 8. Juli einer von 748mm, am 1. August einer von 515mm, am 1. September einer von 335mm Höhe das Gleichgewicht. Aus alle dem schliesst Hofmeister, dass die Kraft, welche den Saft emportreibt, ihren Sitz in der Wurzel habe. Unser Autor zeigt ferner, dass Wärme und Feuchtigkeit den Saftausfluss vermehren, er zeigt auch durchs Experiment, dass die Bruecke'schen Beobachtungen, nach denen aus höher gelegenen Stammtheilen weniger als aus unter diesen sich befindlichen ausfliesst, richtig sind. Auch krautartige Pflanzen benutzte Hofmeister zu seinen Untersuchungen; einige dieser zeigten folgende Druckkräfte.

---

[1]) Hofmeister, Ueber das Steigen des Saftes der Pflanzen. Bericht über die Verhandlungen d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. z. Leipzig 1858, Heft II u. III. S. 152.

Atriplex hortensis	65mm	Quecksilber
Chrysanthemum coronarium	14 „	„
Digitalis media	461 „	„
Papaver somniferum	212 „	„
Morus alba	12 „	„

Der folgende Satz, dessen Inhalt sich auf diese Beobachtungen bezieht, möge hier citirt werden, da er später für uns von grossem Interesse sein wird.[1]) „In allen diesen Fällen erfolgte das Steigen des Quecksilbers mit gleichmässiger Stetigkeit."

Den Schluss der Hofmeister'schen Abhandlung bildet der Versuch, eine Erklärung für die Phänomene zu geben, welche die Wurzelkraft veranlassen. Die nächsten Umwandlungsproducte des Amylums, wie Dextrin und weiter auch Gummi, besitzen ein fast unbegrenztes endosmotisches Aequivalent. Im Diffusionsapparate findet sich fast ausschliesslich ein einseitiger Strom von Wasser zum Gummi hin. Die Menge des Wassers, welche eine Zelle aussondert, wenn sie strotzend gefüllt ist, hängt von drei Factoren ab, einmal von der endosmotischen Kraft des Inhalts, weiter von der Permeabilität der Membran für das vom Inhalte angezogene Wasser, endlich aber noch von der Filtrationsfähigkeit der Membran für den Theil des Zellinhaltes, der durch den, durch die fortschreitende Endosmose immer stärker werdenden Druck innerhalb der Zelle wieder hinausgepresst wird. Soll das Austreten von Flüssigkeit wahrgenommen werden, so darf natürlich nur ein Theil der Zelle mit Wasser in Berührung sein, der andere nicht, und zwar wird der Austritt von Wasser um so stärker sein, wenn sich auf der einsaugenden Fläche Hindernisse finden, welche sich der Filtration entgegenstellen, welche die Endosmose aber nicht zu sehr deprimiren. Alle diese Bedingungen finden sich in der Wurzel, um durch Diffusion und dadurch herbeigeführte Filtration einen Druck zu erzeugen, indem die inneren Rindenzellen und die Marknachbarzellen der Wurzeln mit Stärke gefüllt sind, die äusseren Rindenzellen sich aber wahrscheinlich in Korksubstanz umwandeln, also der Filtration mehr Widerstand leisten.

An Apparaten verschiedener Constructionen suchte Hofmeister seine Voraussetzungen zu beweisen. Er verschloss Röhren auf beiden

[1]) Bericht der Gesell. d. Wiss. zu Leipzig. 1858. II u. III. S. 156.

Seiten mit vegetabilischen Membranen, brachte auf der einen Seite ein Manometer an und nachdem Gummilösung, Palin oder Traganthgummi in den Apparat gefüllt war, wurde die eine Membran mit Wasser in Berührung gebracht. Mittelst dieser und ähnlicher Vorrichtungen gelang es dem genialen Forscher Drucke von 92mm Quecksilber herzustellen.

Diese interessanten Forschungen wurden nun von HOFMEISTER weiter fortgesetzt und im Jahre 1862 publicirte er dann eine neue Arbeit über den Gegenstand. JAMIN [1]) hatte im Jahre 1860 sehr schöne Untersuchungen über die Capillarität angestellt, indem er Thonzellen von Elementen mit Bleiweiss, Zinkoxyd oder Stärke füllte und nachdem auf einer Seite ein Manometer aufgesetzt war, die Thonzelle zum Theil mit Wasser in Berührung brachte. Die Flüssigkeit drang ein und comprimirte die Luft so stark, dass sie einen Druck von Beziehungsweise 3, 5 und 6 Atmosphären ausübte. JAMIN glaubte nun diese Erscheinungen mit dem Thränen der Bäume in Beziehung bringen zu können und versprach die Sache in diesem Sinne genauer zu verfolgen. JAMIN hat seine Idee nicht weiter zu begründen gesucht, dagegen aber hat MATTENCCIS [2]) 1861 die Ansicht geäussert, dass das Ausfliessen des Saftes wohl dadurch bewirkt werde, dass die Luft im Innern der Pflanze, sich durch Erwärmung ausdehnend, einen Druck auf den Saft ausübt und diesen so austreibt. Um seine Ansicht zu begründen, führt er an, dass fast alle Forscher darin übereinstimmen, dass beim Bluten neben der Flüssigkeit auch Luft in Form von Blasen austrete. Diesen Anschauungen stellt HOFMEISTER den Satz gegenüber: [3]) „Es zeugt diese Aeusserung MATTENCCIS von völliger Unkenntniss der Erscheinungen, die zu erklären er unternahm.“ Einmal hat HOFMEISTER nie ein Auftreten von Luftblasen beim Thränen beobachtet, weiter aber fand er, dass das Thränen unter Umständen bei sinkender Temperatur beginnt, die erste Ursache also, welche obige Erklärungsweise verlangt, fehlt. Die Versuche, welche HOFMEISTER nun selbst ausführte, sind wieder unter Beihülfe des Manometers angestellt, und wir entnehmen dem reichhaltigen Materiale Folgendes.

---

[1]) Comptes rendus. 1860. p. 172.

[2]) Revue des deux mondes. 1861. p. 654. S. Flora. 1862. S. 101.

[3]) W. Hofmeister, Ueber Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Säften lebender Pflanzen. Flora. 1862 S. 101.

Wenn die Pflanzen zur Untersuchung durch Abschneiden und Aufsetzen des Manometers hergerichtet sind, so beginnt der Saftausfluss nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit tritt die Erscheinung auf. Mit wachsender Stärke erreichte sie dann ein Maximum, um dann wieder nach und nach zu sinken. Durch einen grösseren Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wird die Wurzelkraft gesteigert. Was die Beziehung der Wärme zur Wurzelkraft betrifft, so beobachtete HOFMEISTER, dass zuweilen bei steigender Temperatur der Saftdruck geringer, bei sinkender aber grösser wurde, aus welchem Falle schon klar hervorgeht, dass die Wärme nicht die einzige Ursache des Saftsteigens sein kann, sondern auch andere Kräfte hier noch in Betracht kommen. Was die Erklärung der in Rede stehenden Erscheinungen anbetrifft, so schliesst sich HOFMEISTER im Wesentlichen seinen früheren Darlegungen an; am wichtigsten wird sein, dass er, um die ausserordentliche Stärke der Kraft, die von der Wurzel geleistet wird, und die grosse Volumina Wassers emportreibt, verständlicher zu machen, der Gewebespannung einen Antheil an dem Zustandekommen der Vorgänge zuschreibt. Die folgenden Worte HOFMEISTER's werden dazu dienen, den Standpunkt unseres Forschers kurz zu charakterisiren:[1] „Das Thränen beruht darauf, dass ein Theil der durch Imbibition der Zellhäute und durch Endosmose des Zellinhaltes aus dem Boden genommenen Flüssigkeit durch den Druck, welchen die Spannung der Parenchymzellwände und die endosmotische Ueberfüllung der Zellräume auf das gesammte Gewebe der Wurzel üben, in deren Gefässe hineingepresst wird.“ Schliesslich müssen wir noch aus der HOFMEISTER'schen Abhandlung die wichtigen Bemerkungen über die Periodicität der Wurzelkraft anführen, die sich in derselben finden.

Ausser der Temperatur und der Feuchtigkeit, welche die Intensität der Wurzelkraft modificirend beeinflussen, hat HOFMEISTER periodische Schwankungen am Stande des Manometers beobachtet, die unabhängig von jenen äusseren Einflüssen sich zeigten. „Wenn der Stand des Quecksilbers im Manometer die Höhe erreicht hat,“ sagt HOFMEISTER,[2] „welche die wirkliche Spannung des Saftes der Ver-

[1]) Flora. 1862. S. 175.

[2]) Flora. 1862. S. 14. Da mir der Jahrgang der Flora beim Niederschreiben dieses Satzes nicht mehr zu Gebote stand, so entnahm ich ihn dem Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen von Sachs. 1865. S. 208.

suchspflanze anzeigt, so tritt in den Schwankungen der Quecksilbersäule die tägliche Periodicität des Saftdruckes deutlich hervor. Das Quecksilber steigt vom Morgen an bis zu den frühen Nachmittagsstunden, zeigt dann öfters ein mässiges Sinken, Abends nochmals ein Steigen, während der Nacht ein neues Sinken. Häufig tritt jedoch das nachmittägige Sinken der Quecksilbersäule nicht hervor, sie steigt stetig bis zum Abend und fällt nur während der Nacht.“ Ein periodischer Zustandswechsel der Zellen, der wesentlich in einer verschieden grossen Turgescenz derselben bestehen mag, soll nach HOFMEISTER die Ursache der periodischen Schwankungen der Wurzelkraft sein. Ein Beispiel wird zur Erläuterung des vorher gesagten dienen. An Urtica urens beobachtete HOFMEISTER folgende Schwankungen.

Tag des Juni.	Stunde.	Bodentemperatur. R°.	Auf die Stunde berechnete Ausflussmenge in Cub. Mill.
17	8 p. m.	19	0
„	11 „	19	316,6
18	6 a. m.	19	333,7
„	7 „	19	625
„	8 „	19	525
„	8½ „	19	600
„	12½ p. m.	19	625
„	3½ „	19	166
„	7½ „	19,5	90
„	9 „	19,5	133
19	6 a. m.	18	189
„	7 „	18	200
„	7½ „	18	200
„	12½ p. m.	18	180

Den Annahmen HOFMEISTER's von der Existenz einer Wurzelkraft, die durch gewisse physikalische Vorgänge hervorgerufen wird, trat im Jahre 1863 der östreichisehe Botaniker BOEHM entgegen.[1]) Er ging von dem Gesichtspunkte aus, dass, wenn wirklich eine Wurzelkraft existire, diese durch künstliche Druckkräfte zu ersetzen sei.

[1]) Ueber die Ursachen des Saftsteigens der Pflanzen. Bericht d. kais. Gesell. d. Wiss. z. Wien. 1863. Bd. XCVII.

Zu dem Ende befestigte er abgeschnittene Zweige von Salix luftdicht in den kürzeren Schenkel eines gebogenen Rohres, so dass sie mit den unteren Theilen in Wasser eintauchten, und suchte nun durch Quecksilberdruck die Flüssigkeit in die Zweige hineinzupressen. Aus der Thatsache nun, dass in diesem Apparate die Versuchspflanzen sehr kümmerlich vegetirten oder gar bald zu Grunde gingen, schliesst Boehm, dass keine Kraft existire, welche den Saft, von unten aus wirkend, in den Stamm emportreibe. Boehm giebt die Existenz einer Wurzelkraft während der Frühjahrsperiode nun allerdings zu, ist diese aber verflossen, tritt das Bluten bei abgeschnittenen Stämmen nicht mehr ein, so ist die Transpiration die einzige motorische Kraft für den Saft. Durch Combination verschiedener weiterer Beobachtungen sucht Boehm seine Ansicht von der Nichtexistenz der Wurzelkraft ferner zu begründen. Er glaubt gefunden zu haben, dass Gewächse, wenn sie in einen Raum gebracht werden, der völlig mit Wasserdampf gesättigt ist, unter keinen Umständen mehr transpiriren. Andere Beobachter sind zu entgegengesetzten Resultaten gelangt und Boehm meint, dass, wenn diese Ergebnisse richtig sind, die Transpiration im mit Wasserdampf erfüllten Raume nur durch die Wurzelkraft herbeigeführt werden könne. Da Boehm aber nun seine Untersuchungen für einzig massgebend erachtet, so sieht er eben in dem von ihm constatirten Factum, dass im mit Wasserdampf gesättigten Raume keine Transpiration stattfindet, einen indirecten Beweis für die Nichtexistenz einer besonderen Wurzelkraft, während der späteren Zeit einer Vegetationsperiode.

Boehm spricht sich dann in einer im Jahre 1864 erschienenen Abhandlung weiter über den Gegenstand aus.[1]) Der Hauptpunkt, den ich mit dem besten Willen aus der verworrenen, unklaren Darstellung kaum herausfinden konnte, besteht darin, dass Boehm glaubt, durch die Transpiration entstehe in den Zellen ein luftverdünnter Raum, und nun sei der äussere Luftdruck im Stande den Saft emporzutreiben. Seinen Arbeiten legt der Autor in der That einen hohen Werth bei, was z. B. aus folgendem Satze hervorgeht:[2]) „Würde sich auch durch fernere Versuche meine Ansicht, dass das Saftsteigen durch den Luftdruck bewirkt werde, als unrichtig her-

[1]) Ueber das Saftsteigen der Pflanzen durch Diffusion, Capillarität und durch den Luftdruck bewirkt. 1864. Bericht der kais. Akdm. d. Wiss. z. Wien.
[2]) Böhm, 1864. S. 4.

ausstellen, so nehme ich doch das Verdienst in Anspruch, unter allen Pflanzenphysiologen die völlige Unhaltbarkeit der früheren Ansichten über diese so wichtige Lebensfunction der Pflanzen zuerst bewiesen zu haben."

Im Jahre 1865 nun erschien das ausgezeichnete Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen von Sachs, in welchem er auch die Erscheinungen genauer behandelt, welche durch die Wurzelkraft hervorgerufen werden. Sich den Hofmeister'schen Ansichten im Wesentlichen anschliessend, geht Sachs von der Annahme aus, dass jede Haut unter einem gewissen Drucke, wenn sie überhaupt für Wasser durchdringbar ist, auch filtrationsfähig werde. Um die in den Wurzelzellen wirkende endosmotische Kraft zu erklären, weist Sachs auf die in jenen enthaltenen gelösten Stoffe hin, auf die von W. Schmidt ferner constatirte Thatsache, dass die Zellhäute den gelösten Stoffen gegenüber eine stärkere Anziehungskraft besitzen, als sie eine solche auf die Wassermoleküle ausüben, also erstere zurückgehalten werden, und endlich macht unser Autor noch darauf aufmerksam, dass das Plasma ähnliche Fähigkeiten im lebenden Zustande besitzt, um den Zellen die Materien zu erhalten, welche wasseranziehend wirken. In Beziehung auf die Betheiligung der Gewebespannung beim Zustandekommen des Saftausflusses, wie solche Relationen von Hofmeister angenommen werden, bemerkt Sachs:[1] „Die Gewebespannung zwischen activ ausdehnbaren und passiv dehnsamen Schichten wird von Hofmeister als ein wesentlich mitwirkendes Moment bei dem Zustandekommen der Wurzelkraft beobachtet; ich gestehe aber, dass es mir nicht gelingt, aus der Spannung, welche zwischen Parenchym einerseits und der Epidermis und den Gefässbündeln andererseits besteht, die von Hofmeister angegebene Wirkung herzuleiten." Sachs hat die Hofmeister'schen Apparate zur Demonstration des Zustandekommens der Wurzelkraft noch vereinfacht. Ein weiteres horizontal liegendes Glasrohr wird auf einer Seite mittelst einer Schweinsblase, auf der anderen Seite aher durch Pergamentpapier verschlossen und mit Zuckerlösung gefüllt. Ueber das letztere Ende wird dann eine Kautschukkappe gezogen, die mit einem gebogenen Glasrohr in Verbindung steht. Wird die Vorrichtung in Wasser gestellt, so gelingt es bei einer Filtrationsfläche von

[1]) Sachs, Handbuch. S. 207.

700 □Mill. in 24—48 Stunden so viel von dem Filtrate in dem 5 Mill. weiten Rohre emporsteigen zu sehen, dass es in letzterem eine Höhe von 10—12 Cm. erreicht. Ueber die täglichen Schwankungen der Intensität der Wurzelkraft hat SACHS auch Untersuchungen in Tharand angestellt und gelangt dabei zu Resultaten, die den HOFMEISTER'schen Ergebnissen entsprechen.

Es ist ferner einer ganz neuerdings erschienenen Arbeit von MUELLER Erwähnung zu thun. Unser Autor denkt sich einen 200 Fuss hohen Wasserleiter aus Thon, Gyps oder Holz gefertigt, der mit dem einen Ende in Wasser steht, dessen anderes Ende aber mit Zweigen in Verbindung sich befindet. Helianthuszweige würden nach MUELLER's Ansicht sicher an unserm Wasserleiter welken, während die Zweige von Laubbäumen sich frisch erhalten würden. Bei ersteren findet starke Verdunstung statt, so dass die Imbibition, die im Wasserleiter stattfindet, die Transpirationsverluste nicht schnell genug deckt, im letzteren Falle aber, wo die Transpirationsverluste geringer sind, ist der Ersatz möglich. Nicht aus dem Experimente sind diese Schlüsse abgeleitet, sondern MUELLER nimmt den Sachverhalt willkürlich in dieser Weise an und sagt:[1]) „Merkwürdigerweise sind es gerade die niederen Pflanzen, welche von dem HALES'schen Druck abhängen, und gerade die höchsten, an welchen dieser Druck ganz bedeutungslos ist.“ Die Imbibition soll bei den Bäumen hinreichen, um den Transpirationsverlust zu decken, die kleineren Gewächse verdunsten so stark, dass hier die Wurzelkraft noch hinzukommen muss. Es scheint mir aus den Darlegungen MUELLER's hervorzugehen, dass er die Existenz der Wurzelkraft auch in den Bäumen nicht ganz in Abrede stellt, auf alle Fälle aber hält er sie für die Saftbewegung für ganz bedeutungslos, was am besten aus dem folgenden Ausspruche hervorgeht:[2]) „Bei den Bäumen kann der Wurzeldruck keine Rolle spielen, denn im Maximum der Verdunstung sind die Röhren des Holzes wasserleer und die feste Substanz ist dann immer im Zustande des Aufsaugens.“

S. Zusatz ganz am Ende.

[1]) Dr. N. J. C. Müller, Botanische Untersuchungen. 1872. S. 23.

[2]) Botanische Untersuchungen S. 25.



III.

Darlegung unserer Untersuchungen.

Wir erwähnten schon in der Einleitung, dass es beim Studium solcher Erscheinungen, die von verschiedenen Bedingungen abhängig sind, besonders darauf ankomme, die Function, welche nun von jeder der verschiedenen Bedingungen ausgeübt wird, genauer zu kennen und dass man, um dies Ziel zu erreichen, versuchen muss, die eine oder andere Ursache auszusondern, die anderen aber in gleicher Qualität und Quantität beizubehalten. Wir wissen, dass die Intensität der Wurzelkraft modificirend durch die Wärme und Feuchtigkeit z. B. beeinflusst wird; wollen wir die Wirkung der Wärme kennen lernen, so muss, wenn wir letztere z. B. steigern, die Feuchtigkeit möglichst gleich bleiben, damit das Resultat nicht etwa durch Veränderungen, die dieser Factor erleidet, getrübt wird. Bei der Ausführung der Untersuchungen sind diese Gesichtspunkte möglichst berücksichtigt und wir können nun, nachdem auf diesen wichtigen Punkt noch einmal hingewiesen ist, dazu übergehen, die Versuche selbst näher ins Auge zu fassen.

Die Untersuchungen wurden nicht im Freien ausgeführt, sondern in einem Zimmer des botanischen Laboratorium. Die Objecte hatten alle im Treibhause gestanden und zwar befanden sie sich in Töpfen. Einige Zeit vor dem Versuche wurden sie ins Laboratorium gebracht, gut begossen und dann kurz vor Beginn der Untersuchung ihrer oberirdischen Organe beraubt, so dass aus der Erde noch ein kleines Stammstück hervorragte. Wasser erhielten die Gewächse dann nicht mehr, ausser in den Fällen, wo es darauf ankam, den Einfluss der Feuchtigkeit kennen zu lernen, dann aber ist die Zufuhr in den Tabellen stets notirt. Auf die Stammabschnitte wurden Glasröhren mittelst Kautschukschläuchen luftdicht aufgesetzt und vor Beginn des Versuches in erstere etwas Wasser gebracht, um eine Marke mit einem Diamanten anzubringen, die als Ausgangspunkt bei den Messungen dienen sollte. Ich habe keine Manometermessungen ausgeführt, sondern, um die Veränderungen kennen zu lernen, welchen die Wurzelkraft unterworfen ist, die Quantität des ausgepressten

Wassers bestimmt, welche Methode für diese Zwecke sehr gut in Anwendung zu bringen ist, da eben die Ausflussmenge das directe Product der Wurzelkraft repräsentirt und alle Variationen sichtbar zeigt. Es ist noch besonders hervorzuheben, dass stets nach jeder Messung mittelst eines ausgezogenen Glasrohres das Wasser bis zur Marke abgenommen wurde, damit der durch die Flüssigkeitssäule auf dem Stammquerschnitte lastende Druck immer constant bliebe. Die Töpfe wurden mit Thermometern versehen und in den ursprünglich von SACHS construirten, dann aber später vom Hofrath SCHENK verbesserten Thermoregulator gebracht. Dieser Apparat besteht zunächst aus einem aus Zinkblech gefertigten Behälter, der mit Wasser gefüllt wird und auf einem Dreifusse steht. Es wird so viel Wasser in ersteren hineingebracht, dass, wenn ein zweiter ähnlicher Behälter in den ersteren hineingesetzt wird, die Flüssigkeit zwischen den beiden Wandungen bis etwa zum Rande emporreicht. Das erste Gefäss ist noch mit einer Vorrichtung versehen, um ein Thermometer und einen aus Glas hergestellten Quecksilberregulator anzubringen, in welchen das Gas der Leitung zuerst eintritt, um von hier aus durch einen Kautschukschlauch zum Brenner zu gelangen, der sich unter dem Dreifusse befindet. In das zweite Gefäss werden die Töpfe mit den Pflanzen gesetzt und dann auf den Apparat eine Glasglocke gesetzt. Nach der Einstellung des Regulators ist es nun möglich, die Temperatur im Apparate wochenlang fast absolut constant zu erhalten, indem, wenn durch irgend welche Einflüsse die Temperatur steigt, das Quecksilber sich sofort ausdehnt und weniger Gas zuströmt, die Temperatur also wieder sinkt, indem die Flamme kleiner wird, wohingegen bei Verminderung der Temperatur das Quecksilber sich zusammenzieht und mehr Gas zum Brenner auf diese Weise gelangen kann.

Um zu erfahren, wie viel Flüssigkeit dem Volumen nach ausfloss, habe ich keine directen Messungen ausgeführt, sondern mittelst der Messung des inneren Glasrohrdurchmessers und der daraus zu findenden Zahl für die Grösse des Radius des Röhrenquerschnittes und mittelst der Bestimmung der Höhe der Flüssigkeitssäule die Quantität berechnet, wobei die bekannte Formel

$$V = hr^2 \pi$$

in der V das Volumen, h die Höhe der Flüssigkeitssäule von der Marke ab, r den Radius des Glasröhrenquerschnittes und π die lu-



dolphsche Zahl = 3,14 bezeichnet, zur Anwendung kam. Gehen wir nun zur Mittheilung der einzelnen Untersuchungen über.

I. Untersuchungen an Paratropia terebinthacea (Holzpflanze).

Höhe des Stammstückes über der Erde = 12mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 55mm
Durchmesser des Stammes = 9mm
Durchmesser der Glasröhre = 9mm

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Barometerstand in Zoll und Linien.	Bemerkungen.
21/2	11¾ a. m.					Temperatur der Erde = 21° C.
”	1¾ p. m.	3,0	2	1,5		
”	4¾ ”	4,0	3	1,33		
22/2	8¼ a. m.	11,0	15½	0,71		
”	9¼ ”	0,8	1	0,8		
”	10¼ ”	1,0	1	1,0		
”	12¼ p. m.	2,0	2	1,0		
”	4¼ ”	2,4	4	1,0		
”	4¾ ”	0,4	½	0,8		
”	6¼ ”	1,0	1½	0,66		
23/2	9¼ a. m.	5	15	0,5		
”	11 ”	1,4	1¾	0,8		
”	12 m.	0,8	1	0,8		
”	2 p. m.	3,0	2	1,5		
”	3½ ”	1,1	1½	0,75		
”	6 ”	2,0	2½	0,8		
”	8½ ”	1,5	2½	0,6		
24/2	8½ a. m.	8,6	12	0,4		
”	10 ”	0,9	1½	0,6		
”	11½ ”	1,8	1½	0,86	28″ 0,5‴	
”	1½ p. m.	2,0	2	1,0	28″ 0,75‴	
”	3 ”	1,3	1½	0,86	28″ 0,4‴	
”	5 ”	1,2	2	0,6	28″ 0,1‴	
25/2	9 a. m.	5,0	16	0,31	27″ 7,5‴	100 CC. Wasser gegeben.
”	11½ ”	2,0	2½	0,8	27″ 11,5‴	
”	2 p. m.	1,5	2½	1,0	27″ 11,2‴	
”	4 ”	1,0	2	0,5	27″ 11‴	
”	7 ”	2,4	3	0,8	27″ 11,2‴	
26/2	9 a. m.	4,5	14	0,32	27″ 8‴	Temperatur des Bodens auf 24° C. erhöht.
”	1 p. m.	2,5	4	0,62	27″ 8,5‴	
”	3 ”	1,0	2	0,5	27″ 8,2‴	
”	6 ”	3,0	3	1,0	27″ 8‴	
”	11 ”	3,5	5	0,7	27″ 8‴	
27/2	9 a. m.	5,0	10	0,5	27″ 11,2‴	

II. Untersuchungen an Angophora lanceolata (Holzpflanze).

Höhe des Stammstückes über der Erde = 10mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 40mm
Durchmesser des Stammes = 5mm
Durchmesser der Glasröhre = 6mm

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
19/3	4 p. m.				Bodentemperatur = 20° C.
20/3	8 a. m.	4,8	16	3,0	
"	12 m.	1,2	4	3,0	
"	5 p. m.	1,7	5	3,4	
21/3	10 a. m.	5,1	17	3,0	
"	12	7,0	2	3,5	
"	2 p. m.	8,0	2	4,0	
"	4 "	7,0	2	3,5	
"	9½ "	17,0	5½	3,1	
22/3	10½ a. m.	36,0	13	2,77	
"	2 p. m.	13,0	3½	3,72	
"	4½ "	11,0	2½	4,4	
"	6 "	5,0	1½	3,32	
23/3	11½ a. m.	46,0	17½	2,6	

III. Untersuchungen an Houttea pardina (Holzpflanze).
Höhe des Stammstückes über der Erde = 13mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 45mm
Durchmesser des Stammes = 6mm
Durchmesser des Glasrohres = 6mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
25/3	2 p. m.				Bodentemperatur 20° C.
"	3½ "	5,0	1½	3,34	
"	4½ "	3,3	1	3,3	
26/3	8½ a. m.	11,5	16	0,72	
"	10 "	1,5	1½	1,0	
"	12 m.	2,4	2	1,2	
"	2 p. m.	1,4	2	0,7	
"	4 "	1,0	2	0,5	
27/3	8 a. m.	4,2	16	0,26	
"	2 p. m.	3,0	6	0,5	
"	5 "	1,0	3	0,2	

IV. Untersuchungen an Calceolaria hybrida (Holzpflanze).
Höhe des Stammstückes über der Erde = 13mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 42mm
Durchmesser des Stammes = 7mm
Durchmesser des Glasrohres = 7mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
25/2	2½ p. m.				Bodentemperatur 17,5° C.
"	4 "	2,0	1½	1,33	
"	7 "	5,0	3	1,66	
26/2	9 a. m.	10,0	14	0,71	
"	11 "	2,0	2	1,0	
"	1 "	2,0	2	1,0	

V. Untersuchungen an Prostranthèra nivea (Holzpflanze).
Höhe des Stammstückes über der Erde = 13mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 41mm
Durchmesser des Stammes = 7mm
Durchmesser der Glasröhre = 6mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Ausfluss in der Stunde in Cbmm.	Bemerkungen.
25/3	2 p. m.					Bodentemperatur 22° C.
„	3½ „	5,8	1½	3,86	109,08	
„	4½ „	3,7	1	3,7	104,56	
26/3	8½ a. m.	4,4	16	2,75	77,71	Hier ist r = 3 also r^2 = 9 h ist variabel und mit 9×3,14 zu multipliciren um V. zu finden.
„	10 „	6,0	1½	4,0	113,04	
„	12 m.	8,6	2	4,3	121,52	
„	2 p. m.	9,0	2	4,5	127,17	
„	4 „	9,0	2	4,5	127,17	
„	5½ „	5,5	1½	3,66	103,43	
27/3	8 a. m.	4,7	14½	3,2	90,43	
„	10 „	8,0	2	4,0	113,04	
„	2 p. m.	1,8	4	4,5	127,17	
„	5 „	8,5	3	2,83	79,98	

VI. Untersuchungen an Prostranthera nivea (Krautartige Pflanze).
Höhe des Stammes = 17mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 43mm
Durchmesser des Stammes = 4mm
Durchmesser der Glasröhre = 4mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Ausfluss in der Stunde in Cbmm.	Barometerstand in Zoll und Linien.	Bemerkungen.
25/2	2½ p. m.						Bodentemperatur 21,5° C.
„	4 „	7,0	1½	4,66		27″ 11,0‴	
„	5 „	3,5	1	3,5		27″ 10,75‴	
„	7 „	8,0	2	4,0		27″ 11,75‴	
26/2	9 a. m.	9,0	14	0,64		27″ 8,0‴	
„	11 „	2,0	2	1,0		27″ 8,25‴	
„	1 p. m.	2,5	2	1,25		27″ 8,5‴	
„	3 „	3,5	2	1,75		27″ 8,25‴	
„	4½ „	3,0	1½	2,0		27″ 8,0‴	
„	6 „	2,5	1½	1,66		27″ 8,0‴	
„	11 „	3,5	5	0,7		27″ 8,0‴	
27/2	9 a. m.	6,2	10	0,62		27″ 11,25‴	Temperatur auf 24° C. erhöht.
„	10 „	6,0	1	6,0		28″ 0,75‴	
„	11 „	4,4	1	4,4		28″ 1,0‴	
„	12 m.	3,1	1	3,1		28″ 1,2‴	
„	1½ p. m.	4,5	1½	3,0	37,68	28″ 1,5‴	Hier ist r = 2 also r^2 = 4 h ist variabel
„	3 „	5,0	1½	3,34	41,95	28″ 2,0‴	
„	4 „	3,4	1	3,4	42,70	28″ 2,2‴	

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Ausfluss in der Stunde in Cbmm.	Barometerstand in Zoll und Linien.	Bemerkungen.
27/2	5 p. m.	3,5	1	3,5	43,96	28" 2,5'''	und mit
"	6 "	3,4	1	3,4	42,70	28" 3,2'''	4×3,14 zu
"	7½ "	4,7	1½	3,13	39,31	28" 3,5'''	multipliciren
"	9 "	5,1	1½	3,4	42,70	28" 3,5'''	um V zu fin-
"	10 "	3,7	1	3,7	46,47	28" 4,0'''	den.
"	11 "	4,0	1	4,0	50,24	28" 4,0'''	
"	12 "	4,0	1	4,0	50,24	28" 4,0'''	
"	12½ a. m.	1,8	½	3,6	45,22	28" 4,2'''	Temperatur
28/2	9½ "	45,0	9	5,0	62,80	28" 4,2'''	erhöht auf
"	10½ "	6,6	1	6,6	82,90	28" 4,5'''	29,3° C.
"	11½ "	6,5	1	6,5	81,64	28" 4,5'''	
"	12½ p. m.	6,3	1	6,3	79,13	28" 4,5'''	
"	2½ "	12,5	2	6,25	78,51	28" 4,5'''	
"	4 "	9,4	1½	6,26	78,63	28" 4,5'''	
"	6 "	13,5	2	6,25	78,51	28" 4,5'''	
"	7 "	3,5	1	3,5		28" 4,0'''	
"	8 "	2,5	1	2,5		28" 4,0'''	
29/2	8 a. m.	27,1	12	2,3		28" 4,0'''	
"	9½ "	3,6	1½	2,4		28" 2,2'''	
"	10½ "	2,5	1	2,5		28" 2,2'''	
"	12 m.	2,5	1½	2,5		28" 2,2'''	
"	2½ p. m.	6,4	2½	2,56		28" 2,0'''	
"	4 "	2,4	1½	2,4		28" 1,2'''	
"	5 "	2,6	1	2,6		28" 1,0'''	
"	6 "	2,5	1	2,5		28" 1,0'''	

VII. Untersuchungen an Sanchezia nobilis (Krautartige Pflanze).

Höhe des Stammes = 10mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 40mm
Durchmesser des Stammes = 6mm
Durchmesser der Glasröhre. = 6mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
26/2	1 p. m.				Bodentemperatur 17,5° C.
"	3 "	16,0	2	8,0	
"	4½ "	15,0	1½	10,0	
"	6 "	15,0	1½	10,0	
"	11 "	55,5	5	11,1	
27/2	9 a. m.	122,0	10	12,2	
"	10 "	15,0	1	15,0	
"	11 "	13,5	1	13,5	
"	12 m.	13,5	1	13,5	
"	1½ p. m.	20,5	1½	13,66	
"	2 "	6,8	½	13,6	
"	3 "	14,5	1	14,5	
"	4 "	13,5	1	13,5	
"	5 "	13,4	1	13,4	
"	6 "	13,5	1	13,5	

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
27/2	7½ p. m.	19,8	1½	13,2	
"	9 "	20,1	1½	13,4	
"	10 "	13,7	1	13,7	
"	11 "	13,4	1	13,4	
"	12 "	13,5	1	13,5	
"	12½ a. m.	6,6	½	13,2	
28/2	9½ "	103,0	9	11,4	
"	10½ "	11,1	1	11,1	
"	11½ "	11,3	1	11,3	
"	12½ p. m.	11,3	1	11,3	
"	2½ "	22,6	2	11,3	
"	4 "	17,4	1½	11,6	
"	6 "	23,0	2	11,5	
"	7 "	11,7	1	11,7	
"	8 "	11,4	1	11,4	
"	10 "	22,6	2	11,3	
29/2	9½ a. m.	12,0	11½	10,0	
"	10½ "	10,0	1	10,0	
"	12 m.	15,1	1½	10,06	
"	12¼ p. m.	2,5	¼	10,0	
"	12¾ "	5,1	½	10,2	
"	1½ "	7,5	¾	10,0	
"	2½ "	10,1	1	10,1	
"	4 "	15,6	1½	10,4	
"	5 "	10,5	1	10,5	
"	6 "	10,4	1	10,4	

VIII. Untersuchungen an Sanchezia nobilis. (Krautartige Pflanze).

Höhe des Stammes = 10mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 40mm
Durchmesser des Stammes = 6mm
Durchmesser der Glasröhre = 6mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
9/3	2½ p. m.				Bodentemperatur 20° C.
"	3 "	4,0	½	8,0	
"	3½ "	5,2	½	10,4	Unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht und 6 Kolbenzüge gethan.
"	4 "	5,5	½	11,0	12 Kolbenzüge gethan.
"	4½ "	4,0	½	8,0	6 Kolbenzüge gethan.
"	5 "	5,0	½	10,0	
9/2	10 a. m.				Bodentemperatur 20° C.
"	11 "	6,0	1	6,0	
"	12 m.	8,0	1	8,0	12 Kolbenzüge gethan.
"	12½ p. m.	4,0	½	8,0	
"	1 "	4,0	½	8,0	12 Kolbenzüge gethan.

IX. Untersuchungen an Sanchezia nobilis (Krautartige Pflanze.)
Höhe des Stammes = 10mm
Höhe der Wassersäule bis zur Marke = 40mm
Durchmesser des Stammes = 6mm
Durchmesser der Glasröhre = 6mm.

Datum.	Stunde.	Ausflusshöhe in mm.	Stundenzahl.	Ausfluss in der Stunde.	Bemerkungen.
9/3	1¾ p. m.				Bodentemperatur 27,5° C.
"	2¼ "	6,0	½	+ 12,0	
"	2¾ "	5,9	½	+ 11,8	
"	3¼ "	6,0	½	+ 12,0	60 CC. Wasser von 27,5° C. zugesetzt.
"	3¾ "	7.5	½	+ 15,0	
"	4¼ "	7,5	½	+ 15,0	20 CC. einer bei 27,5° C. gesättigten Lösung von salpetersaurem Kali zugesetzt.
"	4¾ "	2,0 unter der Marke.	½	÷ 4,0	
"	5¼ "	3,0 unter der Marke.	½	÷ 6,0	
10/3	8 a. m.				Bis zum Morgen in Wasser gestellt, um das Salz zu entfernen.
"	8½ "	4,0	½	+ 8,0	
"	9 "	4,0	½	+ 8,0	2 CC. der Salzlösung zugesetzt.
"	9½ "	3,0	½	+ 6,0	
"	10 "	3,2	½	+ 6,4	

IV.

Kritik früherer Arbeiten und Darlegung unserer Resultate.

Ueberblicken wir unsere historischen Darlegungen, so bemerken wir auf den ersten Blick, dass die Ansichten, die von den verschiedenen Forschern in Beziehung auf unseren Gegenstand ausgesprochen worden sind, sehr von einander differiren. Der hauptsächlichste Grund für diese Thatsache wird darin zu suchen sein, dass die meisten der Autoren sich keine klare Vorstellung von den Verhältnissen verschafften; es wurden verschiedene Erscheinungen und Ursachen verwechselt, wodurch das Urtheil irregeleitet wurde. Es ist sicher, dass besonders manche der älteren Forscher und vorzüglich Hales sich die grösste Mühe zur Aufklärung der so wichtigen Fragen gaben, indessen konnten sie nur bis zu einem Punkte gelangen, der dem damaligen Stande der wissenschaftlichen Erkenntniss entsprach; eben so gewiss ist es aber auch, dass neuere Autoren, z. B. Boehm, gar keine richtige Sachkenntniss besassen, der östreichische Botaniker sogar mit einfachen physikalischen Processen

wenig vertraut war. Wir müssen darum bei unseren Darlegungen das grösste Gewicht auf eine scharfe, klare Auseinandersetzung legen, wir müssen versuchen, die einzelnen Vorgänge zu trennen, um, wenn wir sie abgesondert von einander kennen lernten, ihr Zusammenwirken zu betrachten. Die Ursachen der Wurzelkraft sind zu scheiden von den Einflüssen, welche ihre Intensität modificiren; andere physiologische Processe im vegetabilischen Organismus müssen endlich herbeigezogen werden, um zu erfahren, in welchen Beziehungen sie zur Wurzelkraft stehen.

So verschiedenartig nun auch die Meinungen über die Ursachen des Saftauftriebes in den Pflanzen sein mögen, so lassen sich doch in den Ansichten mancher Forscher gewisse gemeinsame Gesichtspunkte erkennen und dadurch sind wir in den Stand gesetzt, alle Autoren über unsern Gegenstand zunächst in zwei grosse Gruppen zu theilen. Die Repräsentanten der einen Gruppe, nämlich Hofmeister, Sachs, Mueller und Bruecke, behaupten, dass durch das Zusammenwirken einfacher physikalischer Vorgänge in der Pflanze eine Kraft erzeugt werde, welche den Saft emportreibe, während alle übrigen Forscher physikalische Processe als solche, die sich in der Pflanze vollziehen, als Ursache des Saftsteigens ansehen. Nach der Ansicht jener werden in der Pflanze durch physikalische Vorgänge Druckkräfte erzeugt, nach der Meinung dieser dagegen bewirken die physikalischen Processe die Erscheinung selbst. Wiederum können wir nun die Forscher der beiden Gruppen weiter trennen, wenn wir das Gemeinsame und Verwandte ihrer Anschauungen aufsuchen. Die zweite Gruppe enthält zunächst einen Autor, nämlich Malpighi, der annahm, dass, indem die Sonnenwärme die Bodenflüssigkeit ausdehne, letztere durch die Pflanzen gepresst werde, um entsprechenden Raum zu gewinnen. Sarrabat und Matteuccis glaubten ferner die Ursache des Saftdruckes in dem Drucke suchen zu müssen, den die Luft in den Pflanzen bei ihrer Erwärmung und der dadurch erhöhten Spannkraft auf die Flüssigkeit ausübt. Wolff und Jamin sahen die Capillarität respective Imbibitionsfähigkeit der Gefässe des vegetabilischen Organismus als hinreichend an, um den Saftdruck zu erklären. Boehm setzt an die Stelle der Capillarität die Transpiration. Hales findet die Ursachen des Saftdruckes in der Capillarität und der Transpiration, Dutrochet fügt diesen beiden Momenten noch die Endosmose hinzu. Von den Forschern der

ersten Gruppe glaubte BRUECKE, dass die Druckkräfte nicht in der Wurzel, sondern in den oberirdischen Organen erzeugt würden, während HOFMEISTER und SACHS dieselben in der Wurzel selbst entstehen lassen, MUELLER dagegen eine Wurzelkraft nur für stark transpirirende Pflanzen annimmt.

Wir müssen noch einmal hervorheben, dass, wenn es sich darum handelt, sich ein klares Bild von der Wurzelkraft zu machen, man stets zunächst die eigentlichen Ursachen derselben aufzusuchen hat, um sie und ihre Wirkung für sich zu betrachten; dann erst darf man sich bemühen zu erkennen, wie die Wirkungen durch das Hinzutreten physikalischer Verhältnisse oder anderer physiologischer Processe modificirend beeinflusst werden. Die Saftbewegung im Stamme und die Transpiration sind sicher nicht ohne Einfluss auf die Wirkungen der Wurzelkraft, indessen sie werden die letztere nur in quantitativer, nicht aber in qualitativer Hinsicht beeinflussen. Wir wollen versuchen die früheren Arbeiten von diesem Standpunkte aus kritisch zu beleuchten und bei Gelegenheit dieser Betrachtungen die Schlüsse einflechten, die wir aus unseren Untersuchungen ableiten können.

Jeder Boden besteht aus feineren und gröberen Theilchen, welche oft mikroskopisch klein, bis zu grossen Stücken heranwachsen. Da die einzelnen Elemente keine regelmässige Form besitzen, so entstehen viele Lücken zwischen ihnen, welche oft mit Luft erfüllt sind, die aber auch, wenn starke meteorische Niederschläge stattfinden, sich ganz mit Wasser anfüllen können, und zwar wird die Flüssigkeit je nach den physikalischen Eigenschaften des Bodens und je nach seinen localen Lagerungsverhältnissen längere oder kürzere Zeit in ihm verweilen. Für eine sehr grosse Anzahl von Pflanzen ist es am vortheilhaftesten, wenn sich in den Zwischenräumen keine, oder doch nur eine geringe Quantität Wassers befindet, denn wenn die Bodenflüssigkeit sich in zu grosser Menge vorfindet, so treten leicht Fäulnissprocesse der Wurzeln ein und andere Vorgänge zeigen sich, die der Vegetation schädlich werden können. Wir erinnern hier z. B. nur an die Reductionsprocesse des Eisenoxyds bei gleichzeitiger Gegenwart von Humus.[1]) Selbst in anscheinend ziemlich trockenen Böden gedeihen z. B. unsere Cultur-

[1]) Meine Abhandlung über die natürlichen Humuskörper des Bodens. Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. XIV. S. 292.



pflanzen sehr schön und zwar wird das zu ihrem Gedeihen erforderliche Wasser durch die gröberen und feineren Bodentheilchen durch Adhäsionskräfte festgehalten, um so von den Wurzeln aufgenommen werden zu können. Viele Epidermiszellen der Wurzeln bilden bekanntlich jene eigenthümlichen, am Ende etwas angeschwollenen Organe, die man als Wurzelhaare bezeichnet. Diese aufnehmenden Organe legen sich fest an die, durch Adhäsionskräfte mit einer Wasserhülle umgebenen Bodentheilchen an und nun wird durch Imbibition und weiter folgende Endosmose die Bodenflüssigkeit aufgenommen. Findet sich eine grössere Quantität Wassers im Boden, so treten ganz analoge Erscheinungen auf, nur bedarf es dann nicht der Ueberwindung jener Anziehungskräfte, die von Seiten der Bodentheilchen auf die Flüssigkeitsmoleküle ausgeübt werden.[1] Wenn nun auch MALPIGHI nicht diese Vorstellung von der Vertheilung des Wassers im Boden und von der Aufnahme der Bodenflüssigkeit seitens der Pflanzen gehabt haben mag, so steht doch fest, dass er die Thatsache der Aufnahme der Bodenflüssigkeit durch die Wurzeln kannte, und weiter muss er auch beobachtet haben, dass der Saft der Pflanzen mit einer gewissen Kraft aus denselben ausfliesst. MALPIGHI glaubte nun die Sonnenwärme als letzte Ursache des energischen Saftaustrittes ansehen zu dürfen, indem diese die Bodenflüssigkeit ausdehnt, bei welchem Vorgange letztere dann, um eben entsprechenden Raum zu gewinnen, in die Wurzeln hineingepresst werden sollte. WOLFF, der Uebersetzer des HALES'schen Werkes, macht schon einen Einwand gegen diese Ansicht, der dahin lautet, dass das Wasser bei der Ausdehnung, welche es durch die Wärme erleidet, sich sichere Wege im Boden selbst suchen werde, welcher Anschauung wir natürlich beitreten müssen, wenn wir uns an die Structur der Zellmembranen erinnern. Durch jene sind die Wandungen nur unter höherem Drucke filtrationsfähig. Unter einem Drucke kann das Wasser im Boden aber nie stehen, da das Erdreich von unendlich vielen Poren durchzogen ist; die Flüssigkeit wird, um ihr Volumen proportional der Wärmezufuhr zu vergrössern, also stets die Poren des Bodens aufsuchen und nicht im Stande sein, die Widerstände zu überwinden, welche ihr durch die Membranen

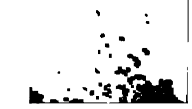
[1]) Wir können hier nur auf diese Verhältnisse hinweisen; eine sehr sorgfältige Darstellung derselben findet man in Sachs' Handbuch der Physiologie, in der sechsten Abhandlung.



der Wurzelzellen entgegengesetzt werden. Die Wurzelkraft kann allerdings, wie wir später sehen werden, durch die Wärme in ihrer Intensität modificirt werden, letztere ist aber nicht die Ursache derselben.

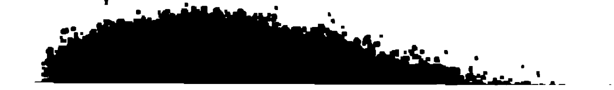
Mehrere Forscher haben als Ursache des Saftauftriebes die Capillarität hingestellt. Hales, der sich das grosse Verdienst erworben hat, zuerst eine gute Methode zur Bestimmung der Grösse der Wurzelkraft aufgefunden zu haben, gehört hierher, dann weiter Wolff und Dutrochet. Der ausserordentliche Werth der Hales'schen Untersuchungen liegt fast ausschliesslish in der Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit, mit denen die Experimente angestellt sind, aber weniger in den Erklärungsversuchen der Erscheinungen. Sicher ist es, dass die Capillarität bei der Saftbewegung überhaupt eine grosse Rolle spielt, indessen eine eigentlich treibende Kraft kann sie nie bilden. Es ist ja gerade das Eigenthümliche der Capillarität, dass durch sie die Flüssigkeiten von feinen Haarröhrchen festgehalten werden, weder also dem Zuge der Schwerkraft folgen, noch weiter emporgetrieben werden, als dies den jeweiligen Verhältnissen entspricht. Wir wissen, dass die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten durch Capillarattraction gehoben werden, um so bedeutender wird, je enger die Capillaren sind. Im Grunde sind die Molecularporen nichts Anderes als ausserordentlich feine Capillaren und daher erklären sich denn auch die überaus energiscben Wirkungen der Jamin'schen Imbibitionsapparate. Dieser Autor glaubt auf diese Kräfte den Saftauftrieb zurückführen zu können, indessen das schon soeben vorher Erwähnte spricht gegen eine solche Auffassung. Wenn die Imbibition mehreren Atmosphären das Gleichgewicht hielt, wenn sie im Stande ist, wie ich Gelegenheit hatte dies bei Versuchen zu beobachten, die Herr Hofrath Schenk anstellte, dicke Glasröhren zu zersprengen, so zeigt das immer nur, dass der stattfindende Gegendruck unter den gegebenen Verhältnissen nicht im Stande war die Imbibitionskraft zu überwinden, keineswegs aber wird letztere dadurch zu einer Ursache, die beim Saftauftriebe in den Pflanzen mitwirkt; natürlich aber spielt die Imbibition gerade wie die Capillarität bei der Saftbewegung überhaupt eine wichtige Rolle.

Mir scheint aus den Hales'schen Darlegungen hervorzugehen, dass er die Transpiration durch die Blätter neben der Capillarität



als Ursache der von ihm constatirten Erscheinungen auffasste, sicher ist, dass DUTROCHET jene mit zur Erklärung heranzog. Wir müssen hier wieder auf die ausgezeichneten Darlegungen verweisen, welche SACHS in seiner Physiologie giebt.[1]) Es kann entweder der Fall eintreten, dass die Transpiration dem Saftauftriebe gerade das Gleichgewicht hält, und dann wird die ganze Pflanze gleichmässig mit Wasser imbibirt sein, oder der Transpirationsverlust wird nicht durch die Wasserzufuhr von der Wurzel her gedeckt, in welchem Falle die Pflanze welken wird, oder endlich die Transpiration wird von der Zufuhr übertroffen. Dann füllen sich die Gefässe mit Wasser, ja der Druck kann in der Pflanze so stark werden, dass die Flüssigkeit aus den Blättern in Form von Tropfen herausgepresst wird, wie man dies oft so schön an Exemplaren von Zea Mais am Morgen beobachten kann, indem in der Nacht wegen geringerer Wärme und Lichtmangels die Transpiration sehr deprimirt wurde, die Aufnahme aber in fast gleicher Intensität fortdauerte. Auch im Frühjahre, wo das Laub noch nicht entfaltet ist, überwiegt die Wasseraufnahme und die communicirenden Gefässe und Holzzellen der Bäume füllen sich mit Saft, der, wenn man die Gewächse anbohrt, hervorquillt. Durch Transpiration wird den Wandungen der Gefässe und Zellen der Pflanzen imbibirtes Wasser entzogen, der Gleichgewichtszustand sucht sich wieder herzustellen und so entziehen stets höher gelegene Theile den tieferen das Wasser. Wäre die Transpiration die einzige Ursache des Saftsteigens, so würde nie ein Ausfliessen des Saftes stattfinden, sondern immer nur im günstigsten Falle das Imbibitionsvermögen der vegetabilischen Substanz gerade das Maximum erreicht haben. Nur regulirend kann die Verdunstung auf die Kräfte wirken, welche den eigentlichen Saftauftrieb bedingen, sinkt sie herab, so sammelt sich Flüssigkeit in der Pflanze an und diese letztere übt einen Gegendruck nach unten hin aus, so dass der Saftauftrieb deprimirt wird. Wie schon früher bemerkt, leiden die Arbeiten BOEHMS an grosser Unklarheit der Darstellung. Nur weil Weidenzweige nicht gut gedeihen wollten, als er mittelst Quecksilberdruck Wasser in sie hineinpresste, hält er die HOFMEISTER'schen Lehren von der Existenz einer Wurzelkraft für unrichtig, obgleich es doch auf der Hand liegt, dass die Pflanzen

[1]) Sachs, Physiologie S. 232.



aus ganz anderen Ursachen zu Grunde gegangen sein werden. Nur im Frühlinge soll der eigentliche Saftauftrieb stattfinden; BOEHM aber hätte wissen sollen, dass HOFMEISTER gerade in der Abhandlung, auf die Ersterer sich bezieht, gezeigt hat, dass während des ganzen Sommers der Saftdruck fortwirkt, also auch bei stark transpirirenden Pflanzen vorhanden ist, nur dass hier dann die aufgespeicherten Wasserquantitäten keine so grosse als im Frühjahre sind. Wenn BOEHM ferner glaubt, dass die Transpiration in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume nur durch Wurzeldruck erklärlich sei, so irrt er auch in diesem Punkte sehr, denn die Erscheinung kann in der That eintreten, obgleich BOEHM ihre Existenz bezweifelt und eben darin einen Beweis für seine Anschauung sieht: wenn nämlich die Temperatur in der Pflanze höher ist als in dem umgebenden Medium, der Wasserdampf in den Intercellularräumen also auch eine höhere Spannkraft besitzt. Die Meinung des Autors, dass durch die Transpiration in den Pflanzen ein luftverdünnter Raum entstehe, dann also der äussere Luftdruck den Saft emportreibe, zeugt in der That von grosser Unkenntniss anatomischer Verhältnisse bei den Pflanzen und physikalischer Gesetze. Bei Gelegenheit unserer historischen Darlegungen sahen wir, dass DUTROCHET der Capillarität und Transpiration noch die Endosmose hinzufügte, um die Saftbewegung zu erklären. Dieser Forscher hat sich um die Erkenntniss der endosmotischen Erscheinungen überhaupt ein grosses Verdienst erworben und man muss sich einigermassen wundern, dass er nicht schon die Sachlage klarer ins Auge fasste. DUTROCHET vermischte aber Wurzelkraft, Bewegung des Saftes im Holze und Transpiration zu sehr, so dass er die allgemeine Annahme machte, dass die Endosmose auch bei diesen Vorgängen betheiligt sei, ohne indessen den Gegenstand in dieser Richtung genauer zu verfolgen.

SARRABAT und MATTEUCCIS sind endlich die letzten Forscher, die unsere erste Gruppe umfasst. Sie meinten, dass die Ausdehnung der Luft im Innern der Pflanzen, welche jene durch erhöhte Temperatur erleidet, die Ursache des Saftaustriebes sei, und zwar sahen sie diesen Vorgang als einzige Ursache an. SACHS hat durch Untersuchungen gezeigt,[1]) dass wenn man im Frühjahr abgeschnittene

---

[1]) Sachs, Botanische Zeitung 1860. S. 253 und Physiologie S. 220.

Hölzer mit dem einen Ende in warmes Oel bringt, das Wasser sich von den erwärmten Theilen fort zu den kälteren begiebt und an der Schnittfläche, die mit der Luft in Berührung ist, austritt. Aus der Thatsache, dass der Flüssigkeitsaustritt sehr beträchtlich sein kann und nicht dem Wassergehalt des Holzes proportional ist, folgert SACHS mit Recht, dass der Austritt nicht nur durch die Ausdehnung der Flüssigkeit selbst bewirkt werden könne, sondern dass bei dem Vorgange die durch die Wärme veranlasste Volumenzunahme der im Holze enthaltenen Luft mit im Spiel sei. Im Holze der Wurzel gehen diese Processe auch vor sich und sie spielen gewiss eine Rolle, wenn es sich darum handelt, den Transport des Saftes von der Wurzel in den Stamm zu erklären, SARRABAT und MATTEUCCIS irren aber sehr, wenn sie nur die Erwärmung der Luft in der Pflanze als einzige Ursache des Saftdruckes auffassen, denn bevor überhaupt jene Erscheinung sich zeigen kann, muss Flüssigkeit vorhanden sein, die emporgepresst wird. Keiner der bis jetzt genannten Männer hat aber die Ursachen, welche das Saftsteigen einleiten, richtig erkannt; erst seit HOFMEISTER's Untersuchungen publicirt wurden, hat die ganze Frage richtige Grundlagen gewonnen. Die Thatsachen, dass nach HOFMEISTER's Beobachten das Thränen unter Umständen bei sinkender Temperatur beginnt, dass ferner HOFMEISTER, und auch ich kann das bestätigen, oft keine Luft beim Saftausfluss beobachtete, dass ferner der Saftauftrieb ein viel zu energischer ist, um in jenen Erscheinungen seine völlige Erklärung zu finden, zeigen deutlich, dass hier ganz andere Kräfte noch eingreifen müssen, um die Vorgänge zu bewirken.

Indem wir uns nun den Forschern der zweiten Gruppe zuwenden, nach deren Ansicht also eine eigenthümliche Kraft durch das Zusammenwirken verschiedener physikalischer Processe in den Pflanzen erzeugt wird, müssen wir zunächst auf die BRUECKE'sche Arbeit Rücksicht nehmen. Dieselbe ist mit grosser Sorgfalt ausgeführt und wenn gleich durch HOFMEISTER's kritische Untersuchungen die Irrthümer BRUECKE's klar dargelegt sind, so hat der letzte doch das grosse Verdienst, von allen Pflanzenphysiologen zuerst auf die Möglichkeit des Entstehens von Druckkräften in dem vegetabilischen Organismus durch das Stattfinden der endosmotischen Erscheinungen unter den eigenthümlichen Bedingungen, wie sie die Pflanze eben darbietet, hingewiesen zu haben. Die Versuche HOFMEISTER's, welche

wir in unserm historischen Theile anführten, genügen vollkommen, um zu zeigen, dass BRUECKE's Ansicht eine irrige ist, dass nicht die Flüssigkeit zunächst in hoch gelegene Zellen des Stammes wandert, um dann in die Gefässe einzutreten, sondern dass in der Wurzel selbst eine energisch wirkende Kraft zur Production des Saftauftriebes liegt. Fassen wir nun aber die classischen Arbeiten HOFMEISTERS etwas näher ins Auge.

Nach GRAHAM's Vorgange unterscheidet man bekanntlich Colloid- und Krystalloidsubstanzen. Jene ersteren charakterisiren sich im Wesentlichen durch ihre amorphe Natur und durch die Eigenschaft, nur in äusserst geringer Quantität oder gar nicht beim Diffusionsprocesse auszutreten, während dagegen die letzteren selbst in grösserer Menge durch die Membran hindurchwandern. Das endosmotische Aequivalent der Colloidkörper ist $= \infty$, während die Krystalloidsubstanzen nur bestimmte Mengen Wassers anziehen. JOLLY nennt das endosmotische Aequivalent die Zahl, welche angiebt, wie viel Gewichtstheile Wasser gegen einen Gewichtstheil der fraglichen Substanz durch eine Membran hindurchgehen. In der That finden sich nun in den Zellen der Pflanzen, speciell hier der Wurzeln, Stoffe, die theils colloider Natur sind, also z. B. gelöste Eiweisstoffe, andererseits aber auch Krystalloidsubstanzen, die z. B. wie der Zucker wenigstens ein höheres endosmotisches Aequivalent besitzen als manche anorganische Salze. JOLLY [1]) fand für das endosmotische Aequivalent folgender Stoffe z. B. die Zahlen:

Kochsalz =	4,3
Schwefelsaure Magnesia =	11,7
Saures schwefelsaures Kali =	2,3
Zucker =	7,1

Dass sich in den Pflanzensäften in der That Eiweiss und Zucker finden, geht unter andern aus Untersuchungen von SCHROEDER hervor, [2]) der in einem Liter des Saftes von Betula alba, welcher aus einem unmittelbar über dem Boden angebrachten Bohrloche ausfloss, folgende Quantitäten der beiden Substanzen fand:

Datum.	Eiweiss.	Zucker.
10 April	0,0200	14,0
12 „	0,0287	13,5

[1]) Lehrbuch der Physik von Müller, B I. S. 152.

[2]) Nobbe's Landwirthschaftliche Versuchsstationen. 1871. B XIV. S. 131.

Datum,	Eiweiss.	Zucker.
14 April	0,0241	12,7
15 „	0,0307	12,5
16 „	0,0330	12,0
17 „	0,0213	10,9

Wir müssen Hofmeister vollkommen beistimmen, wenn er glaubt, dass der Saftauftrieb nun dadurch bewirkt werde, dass durch die Stoffe mit dem hohen endosmotischen Aequivalent fortwährend mehr Wasser in die Wurzelzellen eingezogen werde, bis diese strotzend mit Flüssigkeit gefüllt sind. Ist dieser Punkt erreicht, so wirken die Wasser anziehenden Kräfte aber weiter und nun üben die Flüssigkeitstheilchen einen energischen Druck auf die Zellmembran aus. Wenn letztere nicht filtrationsfähig wäre, so würde der Druck endlich den Gegendruck der festen Membran überwinden und die Zelle zersprengen, indessen da die Bedingungen der Filtration vorhanden sind, so tritt sie auf und die Flüssigkeit wird in benachbarte Zellen oder Gefässe hineingepresst. Erinnern wir uns nun daran, dass dieser Vorgang sich in unendlich vielen Zellen und continuirlich wiederholt, dass also den Gefässen fortwährend und von vielen Seiten Saft zugeführt wird, so werden wir verstehen, wie im Einzelnen allerdings geringfügige Processe durch ihr Zusammenwirken Bedeutendes hervorbringen können. Sind die Zellen an allen Theilen gleichmäsgig für die Filtration befähigt, so tritt auch aller Orten, da der Druck in Flüssigkeiten sich ja gleichmässig vertheilt, eine gleiche Quantität aus, wenn nicht andere Hindernisse auftreten. Hofmeister nimmt nun aber einen noch günstigeren Fall an, indem er auf die Verkorkung der äusseren Rindenzellen hinweist. Einmal tritt diese aber nur bei älteren Elementarorganen auf, die also wenig oder nichts von der Bodenflüssigkeit aufnehmen, weiter aber würde der Zweck, den Hofmeister dadurch erreicht zu sehen glaubt, nicht erfüllt werden; denn wenn auch die Filtrationsfähigkeit der Membranen durch den Verkorkungsprocess deprimirt wird, so geht doch dann auch damit ein Sinken der Diffusionsfähigkeit Hand in Hand. Es möge hier gleich des Zusammenhanges wegen bemerkt sein, dass Sachs [1]) auch die Annahme eines grösseren Filtrationswiderstandes von Seiten der äusseren Zellmembrantheilchen

[1]) Sachs, Handbuch der Physiologie. S. 205.

als von Seiten der nach innen gerichteten für gerechtfertigt erachtet, indessen giebt er keine genauere Begründung dieser Ansicht an. Wir können weder die Hofmeister'schen noch die Sachs'schen Meinungen nach dieser Richtung hin theilen.

Dem Verfasser des schönen Handbuchs der Physiologie verdanken wir den Hinweis auf die Wirkungen der Zellmembran und des Plasmas bei den zu betrachtenden Vorgängen. Sachs hat darauf aufmerksam gemacht, dass sowohl jene als auch dieses die gelösten Stoffe zurückhält, und zwar ist dies sehr wichtig, da dadurch die endosmotische Wirkung des Zellinhaltes gesteigert wird, und weiter trägt dieser Hinweis mit dazu bei, um die grosse Verdünntheit des ausfliessenden Saftes begreiflich zu machen. Nach Unger's [1]) Untersuchungen hat der Saft folgendes specifisches Gewicht, der aus zwei Bohrlöchern, von denen dass eine 3 Klafter höher als das andere lag, gewonnen wurde.

Datum	Spc. Gw. des Saftes des unteren Bohrloches.	Spc. Gw. des Saftes des oberen Bohrloches.
April 9	1,0053	1,0042
„ 10	1,0056	1,0047
„ 12	1,0058	1,0045

Die Thatsache, dass der Saft, welcher aus dem unteren Bohrloche gewonnen wurde, specifisch schwerer war, also auch mehr feste Substanzen enthielt, erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Schwerkraft sich auf den Saft geltend macht und eben den specifisch schwereren hinabzieht.

Was endlich die neuerdings von Mueller über unsern Gegenstand publicirte Arbeit anbetrifft, so wiesen wir schon darauf hin, dass die Ansichten des Autors auf willkürlichen Voraussetzungen beruhen. Wir geben gerne zu, dass kleine Pflanzen verhältnissmässig stärker als grosse Gewächse transpiriren, indessen nichts berechtigt uns zu Annahmen, wie sie von Mueller ausgesprochen worden. Hofmeister hat die Wirkung der Wurzelkraft thatsächlich bei stark transpirirenden Pflanzen während des Sommers nachgewiesen und es müsste also derjenige, der die Bedeutung jener Kraft für die schwächer verdunstenden Pflanzen negirt, seine Meinung durch das Experiment beweisen. Die Thatsache aber, die von Mueller angeführt wird, dass zur Zeit des Maximums der Transpiration die Gefässe des Holzes

[1]) Unger, Sitzungsbericht d. kais. Akdm. d. Wiss. zu Wien. 1857.

bei den Bäumen der Flüssigkeit entbehren, genügt auf keinen Fall, eben derselben HOFMEISTER'schen Beobachtungen halber.

Gehen wir nun dazu über, die Factoren genauer kennen zu lernen, welche die Intensität der Wurzelkraft modificirend beeinflussen, so ist zunächst die physikalische Bodenbeschaffenheit hervorzuheben. Wenn man z. B. Sand, Thon oder Humus sich vollkommen mit Wasser sättigen lässt und nun das aufgenommene Wasserquantum bestimmt, so zeigt sich, dass nicht gleiche Wassermengen von dem festen Materiale zurückgehalten werden, sondern dass die wasserhaltende Kraft für verschiedene Körper verschieden, aber durch bestimmte Zahlenwerthe ausdrückbar ist. Setzt man die wasserhaltende Kraft des reinen Sandes = 1, so ergab sich bei Untersuchungen, die ich früher ausführte,[1]) die wasserhaltende Kraft des reinen Humus = 9,38, die eines Gemisches von 40% Sand und 60% Humus = 5,88. Wenn eine Pflanze auf einem sandigen Boden wächst, so steht ihr hier wenig Feuchtigkeit zur Disposition, dafür kann sie die geringen Quantitäten Wassers dem Boden verhältnissmässig leicht entziehen, da die Adhäsionskraft, die natürlich zwischen dem Wasser und dem Boden stattfindet und die von Seiten der Pflanze zu überwinden ist, nicht allzu stark sich findet. Im humosen Boden wirken die Anziehungskräfte stärker, dagegen aber wird dieses Verhältniss wieder durch die grösseren Wasserquantitäten ausgeglichen, die der humose Boden seiner grossen wasserhaltenden Kraft halber besitzt.

Setzt man zu einem Boden, der noch nicht mit Wasser gesättigt ist, mehr Flüssigkeit hinzu, so wird den Pflanzen dadurch die Möglichkeit gegeben auch mehr Wasser aufzunehmen. In der Zeiteinheit werden dann, wenn der Wassergehalt um das Doppelte gesteigert wurde, sich doppelt so viele Wassermoleküle mit den aufnehmenden Membranen in Wechselwirkung befinden. Schon HALES, BRUECKE und HOFMEISTER haben beobachtet, dass die Feuchtigkeitszunahme des Bodens die Intensität der Wurzelkraft vermehrt, und auch unsere Tabellen I und IX zeigen deutlich, wie bei gleichbleibenden Temperaturen die Ausflussmenge durch Wasserzufuhr wächst. Unter solchen Umständen strömt mehr Flüssigkeit in der Zeiteinheit in die Zellen ein, der Druck wird dadurch ein stärkerer, oder

[1]) Landw. Versuchsstation. B. XIV. S. 284.

wenigstens wird dem grösseren Eintritt entsprechend auch mehr wieder durch Filtration in die Gefässe hineingepresst. Aus unserer Tabelle IX geht ferner noch hervor, dass die Concentration der Bodenflüssigkeit von Einfluss auf die Aeusserung der Wurzelkraft ist. Mit steigender Concentration muss natürlich, ganz den sonstigen Diffusionserscheinungon entsprechend, weniger Bodenflüssigkeit in den vegetabilischen Organismus eintreten und wir sehen ja sogar, dass bei grosser Concentration unserer Lösung sich negative Grössen für den Austritt zeigen, also sicher vorwiegend ein Strom von dem verdünnteren Zellinhalte aus zur concentrirteren Bodenflüssigkeit hin stattgefunden hat. Die Pflanze befand sich auf jeden Fall im ganz normalen Zustande bei diesen Versuchen, denn als die Bodenflüssigkeit wieder verdünnt wurde, traten wieder positive Grössen für die Wirkung der Wurzelkraft auf. Finden sich im Boden viele leicht lösliche Stoffe, oder wird viel Kohlensäure in ersteren durch die Zersetzung organischer Stoffe gebildet, die dann Mineralstoffe in Lösung bringt, so wird dadurch die Concentration der Bodenflüssigkeit gesteigert und eine Depression des Saftausflusses herbeigeführt.

Eine energische Steigerung des Saftausflusses wird durch Wärmezufuhr erzeugt, wie dies deutlich aus den Tabellen I und VI zu ersehen ist. Nicht direct proportional der Temperatur der Luft werden sich diese Einflüsse geltend machen, sondern der Boden spielt hier dann noch eine wichtige vermittelnde Rolle. Je nach seiner Natur nimmt er die Wärme direct und aus der Luft schnell oder langsam auf und strahlt sie schnell oder langsam wieder aus. Die Erscheinungen, welche alsdann am Rande des Manometers oder im Steigrohre hervortreten, beruhen auf den Einflüssen der Wärme auf die Bodenflüssigkeit. Die Moleküle der letzteren werden einmal weiter von einander durch die Wärme entfernt, es tritt aber dann noch die Beschleunigung der Oscillationen der Wassermoleküle hinzu, wodurch in der Zeiteinheit dann bei höherer Temperatur mehr Flüssigkeit in einen gleichen Flächenraum der Zellmembranen eintritt, als dies bei niederer Temperatur der Fall ist. Besonders in der Zeit des Beginnes der Wurzelkraft werden sich in den äussersten Wurzelzellen noch Luftbläschen finden, auch die Capacität des Zellinhaltes für Kohlensäure wird durch höhere Temperatur deprimirt und ich glaube sicher annehmen zu dürfen, dass diese beiden Um-

stände mit dazu beitragen, bei steigender Wärme die Spannung in den Zellen und so den Saftausfluss zu steigern.

Sicher wird auch in den geschlossenen aufnehmenden Zellen die Luft und die gelöste Kohlensäure bestrebt sein sich auszudehnen und einen Druck auf die Membran ausüben, wenn ringsumher die Luft, welche die Pflanze umgiebt, verdünnt wird. Unsere Tabelle VIII zeigt denn auch in der That, dass bei vermindertem äusseren Luftdrucke der Saftausfluss gesteigert wird. Die Tabellen I und VI lassen erkennen, dass oft bei sinkendem Barometerstande der Saftausfluss allerdings steigt, indessen in anderen Fällen fiel er auch unter diesen Umständen. Die Schwankungen des Barometerstandes sind aber überhaupt nur sehr gering, so dass nur zu leicht andere Factoren einen überwiegenderen Einfluss ausüben und die Reinheit des Resultates dadurch getrübt wird. Wir müssen noch einmal hervorheben, um jeden Irrthum zu vermeiden, dass natürlich nur das Steigen des Saftes bei sinkendem Luftdrucke durch das Vorhandensein abgeschlossener Zellen in den Wurzeln zu erklären ist, denn in allen inneren Theilen der Pflanze, die mit der äusseren Luft direct communiciren, herrscht derselbe Druck, der sich im umgebenden Medium befindet. Fassen wir nun zum Schluss noch die merkwürdige Periodicität des Saftausflusses ins Auge.

Man könnte leicht in Versuchung gerathen zu sagen, dass die Transpiration Ursache dieser Erscheinung sei, denn Nachts sinkt diese herab, indem die Bedingungen stärkerer Verdunstung, also Wärme und Licht, deprimirt werden. Dadurch sammelt sich mehr Flüssigkeit in der Pflanze an, die der von unten her wirkenden Wurzelkraft ein Hinderniss entgegensetzt, wodurch auf alle Fälle eine Verminderung jener Kraft herbeigeführt wird. Wenn man indessen die oberirdischen transpirirenden Organe entfernt, so tritt die periodische Schwankung doch noch hervor und nun könnte man sagen, dass es die Temperaturdifferenzen von Nacht und Tag allein seien, durch welche die Wurzelkraft zur ersteren Zeit eine Depression erleidet. Indessen auch dieser Einwand ist nicht stichhaltig, denn in unserem Thermoregulator besassen wir ein Mittel, um constante Temperatur herzustellen, und doch sahen wir die Schwankungen des Saftausflusses. Betrachten wir unsere Tabellen, so zeigt sich bei I, II, III, IV und V, dass hier eine periodische Schwankung auftritt, die im Wesentlichen durch ein Steigen des Saftausflusses vom Mor-

gen bis zur Zeit der frühen Nachmittagsstunden und ein dann fortschreitendes Sinken charakterisirt ist. Dagegen aber zeigen die Tabellen VI und VII, dass hier Objecte zur Untersuchung gelangten, die keine periodischen Schwankungen des Saftausflusses zeigten. Aeussere Ursachen sind es nicht, wie wir sahen, die diese verschiedenen Erscheinungen bewirken, es müssen also Vorgänge in den Pflanzen stattfinden oder Organisationsverhältnisse sich an ihnen auffinden lassen, die einen Einblick in die Processe gewähren. Erinnern wir uns an die Bemerkung HOFMEISTER's, dass er bei Versuchen mit krautartigen Pflanzen von einer „gleichmässigen Stetigkeit des Saftausflusses" spricht. Ich habe, bevor ich diese Notiz in seiner Abhandlung fand, beobachtet, dass eben nur bei Holzpflanzen, nicht bei krautartigen Gewächsen eine Periodicität des Saftdruckes stattfindet, und freute mich jene Bemerkung dann zur Bestätigung der Richtigkeit meiner Beobachtungen in HOFMEISTER's erster Schrift zu finden. Jener Forscher hat kein Gewicht auf die Sache gelegt, wenn, wie wohl nicht zu bezweifeln ist, die citirten Worte den Sinn haben, welchen ich ihnen unterlege, denn an keiner andern Stelle hat er sich ähnlich ausgesprochen, und so war denn auch allgemein die Ansicht unter den Physiologen verbreitet, dass die Periodicität allgemeinere Verbreitung besitzt. Aus unsern Tabellen geht aber hervor, dass sich die Periodicität nur bei Holzpflanzen findet, und die Tabellen V und VI zeigen sogar die interessante Thatsache, dass Prostranthera nivea im jugendlichen krautartigen Zustande keine periodischen Schwankungen des Saftdruckes aufweist, während bei älteren Exemplaren solche sich einstellen. Der wesentliche Unterschied der sogenannten Holz- und Krautpflanzen bestand in unserem Fall darin, dass einmal bei ersteren in den Fibrovasalbündeln in der That eine starke Verholzung der betreffenden Zellregionen eingetreten war, andererseits aber weiter noch darin, dass die Epidermis bei ersteren sich zum Theil oder gänzlich in Periderm umgewandelt hatte, also auch durch den Verkorkungsprocess die Intensität des Wachsthums um so mehr deprimirt war, je weiter die Zelllagen sich vom Centrum des Stammes entfernt fanden. Dagegen besassen die krautartigen Objecte noch eine normale Epidermis im Stadium der ersten Vegetation begriffen. Während die krautartigen Pflanzen einen Stamm besassen, der mit chlorophyllhaltigen Zellen versehen war, so fehlten diese den Holzpflanzen wenigstens auf der äusseren Schicht

gänzlich, die grüne Farbe des Organs war in eine braune übergegangen. Ich glaube nun, dass es möglich ist, unter Berücksichtigung dieser verschiedenen Organisationsverhältnisse und unter Hinzuziehung mehrerer Thatsachen, die sowohl über die Gewebespannung, als auch über die Wachsthumvorgänge bekannt sind, das Auftreten der Periodicität des Saftdruckes in einem Falle und das Nichtvorhandensein derselben im andern zu erklären.

Durch die schönen Untersuchungen über die Gewebespannung, welche von KRAUS [1]) ausgeführt sind, hat es sich herausgestellt, dass die Längsspannung der älteren Internodien grösser ist als die der jüngeren und höher liegenden, dass ein Maximum der Spannung erreicht wird, um von hier aus nach beiden Seiten hin abzunehmen. Dort wo die Längsspannung aufhört, tritt die Querspannung ein, indessen an ihrem Zustandekommen betheiligen sich nicht mehr alle Regionen des Stammes oder der Zweige. Das Mark hat in den meisten Fällen seine Vegetationsfähigkeit verloren, dass Holz hat auch schon eine festere Form angenommen und wenn es auch durch sein Wachsthum dazu dient die peripherischen Schichten passiv zu dehnen, so ist es doch selbst incompressibel, wenigstens sehr häufig, zeigt also nicht mehr die charakteristischen Eigenschaften eines activ gespannten Gewebes. Weiter hat jener Forscher constatirt dass sowohl die Längs- als auch die Querspannung, je nach den Tageszeiten, periodischen Schwankungen unterworfen sind, die grösste Intensität findet zur Nachtzeit statt, während kurz nach Mittag das Minimum hervortritt.

SACHS [2]) hat kürzlich eine Arbeit über das Längswachsthum der Internodien publicirt, in welcher er durch genaue Messungen gezeigt hat, dass in der Nacht die Energie der Vegetation weit stärker ist, als am Tage. Zu dieser Zeit werden die Stoffe besonders assimilirt, um dann während der Dunkelheit zum Aufbau des Organismus zu dienen. S. 163 weist SACHS auch schon auf die Coincidenz der täglichen Wachsthumsperiode und der Periodicität der Gewebespannung hin. Beide erreichen ihr Maximum in der Nacht, während das Minimum am Tage sich zeigt.

Die Behauptung ist sicher gerechtfertigt, dass die Gewebespannung, sowohl die Quer- als auch die Längsspannung, einen

[1]) Kraus, Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen. 1867.

[2]) Sachs, Arbeiten des botanischen Institutes zu Würzburg, Heft II, 1872.

gewissen Einfluss auf den Saft ausüben wird, der durch die Wurzelkraft emporgetrieben wird. Hofmeister hat behauptet, dass sie die Bewegung desselben beschleunigen werde, dagegen aber hat Sachs Bedenken erhoben, die er indessen nicht genauer motivirt. Stellen wir uns eine Pflanze ganz schematisch vor als einen einfachen Cylinder, so entwickeln sich oben und unten stets neue, jugendliche Fortsätze, das Spannungsmaximum liegt etwa in der Mitte; auf alle Fälle nicht an einem der beiden Enden, sondern zwischen ihnen, haben wir es mit Längs- oder Querspannung zu thun. Gerade so, wie nun Saft, wenn er sich in Regionen des Spannungsmaximums oder etwas darüber befindet, durch den Druck, den eben die in Spannung sich befindenden Gewebe ausüben, an die Orte geringeren Druckes, also nach oben gepresst wird, gerade so wird der Saft, der von der Wurzelkraft unmittelbar emporgetrieben wird, eine Depression seiner Bewegungsgeschwindigkeit durch die Vertheilung der Spannungsintensität erleiden, da er sich aus spannungslosen Regionen solchen Theilen der Pflanze zubewegt, die stärker und immer stärker gespannt sind, also einen Druck nach der Richtung des geringsten Widerstandes hin, d. h. nach unten, ausüben. Bei unsern sog. Krautpflanzen fand wohl fast nur Längsspannung statt, da sie sich im jugendlichen Alter befanden, die Holzpflanzen dagegen besassen Querspannung. Wenn wir uns daran erinnern, dass bei der Querspannung das Holz nicht, oder doch nur sehr wenig von den peripherischen Schichten comprimirt wird, sondern nur durch Wachsthum sich dehnt, um die äusseren Schichten des Stammes passiv zu spannen, so ist schon daraus ersichtlich, dass die Querspannung im Stande ist, einen grösseren Druck als die Längsspannung auszuüben. Es kommt aber weiter noch hinzu, dass die Epidermis der Pflanzen, an denen die Querspannung aufgetreten ist, sich meist in Periderm verwandelt hat, also Kork- und Borkebildungen eingetreten sind. Diese Theile werden gedehnt, aber nicht wie bei Pflanzen, die Längsspannung zeigen, sind sie befähigt zu wachsen und den Dehnungsursachen nachzugeben, sondern der Gegendruck ist weit energischer, den sie auf tiefer liegende Theile ausüben, die compressibel sind und Saft führen. Zur Nachtzeit findet die stärkste Gewebespannung statt, und auch damit Hand in Hand gehend die stärkste Vegtation, also wird bei Pflanzen, die Längsspannung zeigen, die Dehnung im gewissen Grade durch das Wachsthum ausgeglichen, während dies bei

den Holzpflanzen nicht in der Weise der Fall ist. Bei den krautartigen Pflanzen stellt sich durch die Pressung der centralen Theile, welche parallel der Vegetationsaxe geht, und durch Dehnung der peripherischen Regionen wohl stets ein gewisser Gleichgewichtszustand her, so dass der Druck fast constant bleibt; bei den Holzpflanzen wird der Druck durch die specifischen Verhältnisse der Querspannung mit dem Maximum derselben, also zur Nachtzeit, steigen, der Saftausfluss also deprimirt werden, während am Tage der Saftausfluss sein Maximum erreicht. Eine Tabelle mag die höchst interessanten Thatsachen der Coincidenz des Wachsthums und der Gewebespannung und die Beziehungen beider zum Saftausflusse erläutern.

Zeit.	Zuwachs in einer Stunde bei Dahlia variabilis in mm. [1])	Differenz in 0/0 der Rindenspannung bei Pyrus communis. [2])	Auf die Stunde berechnete Ausflusshöhe in mm. Siehe unsere Tabelle I.
1 p. m.	7,2		
2 „	5,2	4,2	1,0
3 „	4,5		
4 „	4,0		0,5
5 „	8,6	4,0	
6 „	3,0		
7 „	4,3	5,8	0,8
8 „	7,0		
9 „	11,0		
10 „	9,5		
11 „	7,5		
12 „	8,0		
1 a. m.	10,8		
2 „	10,4		
3 „	11,6		
4 „	12,0		
5 „	11,2		
6 „	10,6		
7 „	11,5		
8 „			
9 „			

Ich hoffe zur Erklärung der Periodicität des Saftdruckes den richtigen Weg betreten zu haben, indem ich auf die Beziehungen der Wurzelkraft zur Gewebespannung hinwies; die Einzelheiten unserer Darlegungen weichen aber vielleicht noch von der Wahrheit ab.

Leipzig, den 28. Juli 1872.

---

[1]) Sachs, Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg Heft. II. S. 150.
[2]) Kraus, Die Gewebespannung des Stammes und ihre Folgen. Tabellen S. 28.

Nachträgliche Bemerkung.

In diesen Tagen erschien die dritte Auflage des Lehrbuches der Botanik von Sachs und so bietet sich die Gelegenheit dar, noch einige Punkte mit in das Bereich der historischen Betrachtung hineinzuziehen, die von Interesse sein dürften. In dem Lehrbuche werden, die Erscheinungen, die durch die Wurzelkraft hervorgerufen werden und ferner auch die Ursachen derselben dem Plane des Werkes gemäss kurz, aber mit grosser Präcision charakterisirt. Unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen die Beobachtungen über den Einfluss, den ein auf den Stammquerschnitt lastender Druck auf die Quantität des Saftausflusses ausübt. Es war Sachs von Interesse zu wissen, wie der Saftausfluss bei zwei gleichen Individuen sich verhält, von denen das eine am Stammquerschnitt keinen, das andere hier aber einen constanten Druck erleidet. Um diese Frage zu entscheiden, benutzte unser Autor zwei gleichartige Sonnenrosenpflanzen, die in Töpfen vegetirten und mit zwei Apparaten in Verbindung standen, deren Construction hier nicht näher zu beschreiben ist, da das allgemein verbreitete Lehrbuch neben der Beschreibung auch eine Abbildung giebt.[1]) Durch die letzteren ist man in den Stand gesetzt, die gewünschten Bedingungen zu erfüllen, und es zeigte sich, dass bei höherem Druck auf den Stammquerschnitt der Saftausfluss deprimirt wird. Die Differenzen von beiden Fällen sind indessen nicht sehr gross. In 33 Stunden flossen z. B. bei keinem Druck = 0 26,45 CC., bei einem Druck auf den Stammquerschnitt von 17 Ctm. Quecksilber dagegen 20,9 CC. Saft aus. Diese Angaben sind darum von Interesse, und auch Sachs scheint bei der Anstellung der Versuche von dem Gesichtspunkte ausgegangen zu sein, weil sie darauf hinweisen, dass die Quantität des Saftausflusses durch die Verhältnisse des Gegendruckes, welche dem Saft, der durch die Wurzelkraft emporgetrieben wird, sich entgegenstellen, modificirend beeinflusst wird. Derartige Verhältnisse sind wohl wesentlich in der Structur der vegetabilischen Organe und ferner in der Be-

[1]) Sachs, Lehrbuch der Botanik 1873. S. 965.

schaffenheit des Inhaltes derselben zu suchen, sie bedürfen indessen noch eines specielleren Studiums.

Von weiterem Interesse ist noch der Erklärungsversuch der Thatsache, dass die turgescirenden Wurzelrindenzellen nur Saft in die Xylemtheile der Fibrovasalstränge auspressen, nicht aber auch nach aussen hin.[1] Sachs giebt zu, dass die Anschauung, als seien die Zellen von aussen nach innen vermöge ihrer Molecularstructur mehr befähigt, Diffusionsprocesse zu gestalten, die aber nach der Richtung des Holzkörpers besser geeignet für Filtrationsvorgänge unter hohem endosmotischen Drucke, nur als Hypothese anzusehen sei, indessen leistet sie als solche zur Erklärung des Thatbestandes doch gute Dienste.

[1]) Sachs, Lehrbuch der Botanik 1873. S. 597.

VI.

Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen, vorzüglich der Gattung Todea Willd.

Von

Dr. Chr. Luerssen.

Hierzu Tafel XXIII und XXIV.

Die grosse Mehrzahl der bis jetzt ausgeführten Untersuchungen über die Keimung der Farnsporen ist an Arten aus der Familie der Polypodiaceen gemacht worden, weniger hat man Typen der übrigen Gruppen in den Beobachtungskreis hineingezogen. Die Osmundaceen werden meines Wissens zuerst von WIGAND [1]) erwähnt. Derselbe bildet auf Tafel III, Fig. 1—3 bereits, wenn auch roh, so doch unverkennbar, die Antheridien des Vorkeimes von Osmunda regalis L. ab, und aus diesen Zeichnungen geht die Reinheit seiner Cultur wohl zweifellos hervor, so sehr man sich sonst vor Untersuchungsmaterial, das nicht mit grösster Vorsicht behandelt und vor der so sehr leicht stattfindenden Verunreinigung durch andere Arten geschützt worden ist, hüten muss.

Aber erst in der Neuzeit ist uns, abgesehen von den wenigen Angaben in WIGAND's Arbeit, die Keimung von Osmunda durch die ganz vorzügliche Arbeit von KNY, „Entwickelung des Vorkeimes von Osmunda regalis“ [2]), genau bekannt geworden. Derselbe hatte

---

[1]) Wigand, Botanische Untersuchungen. II. Weitere Beobachtungen über die Keimungsgeschichte der Farne, pag. 33—66, tab. II u. III, fig. 1—11. Braunschweig 1854.

[2]) Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Bot. VIII, pag. 1—15, tab. I—III.

seine Beobachtungen bereits in der Monographie der Gattung Osmunda von MILDE im Auszuge mitgetheilt [1]), doch kam mir diese Arbeit erst später in die Hände, als ich schon, ohne von KNY's Veröffentlichungen zu wissen, die Keimungsgeschichte von Todea barbara Moore, Todea superba Col., Osmunda regalis L. und Osmunda cinnamomea L. im Wesentlichen abgeschlossen hatte. Ich freute mich beim Lesen des citirten Aufsatzes, die von mir gewonnenen Resultate so sehr mit den von KNY erhaltenen übereinstimmend zu finden. Dabei bemerke ich sogleich von vornherein, dass Todea in seiner Entwickelung aus der Spore in jeder Beziehung so sehr derjenigen von Osmunda nahe kommt, dass man die Vorkeime beider Gattungen bis zum Auftreten des ersten Blattes der jungen Pflanze durchaus nicht von einander zu unterscheiden im Stande ist. Man könnte einfach in die von KNY gelieferte Darstellung der Hauptsache nach den Namen „Todea“ für „Osmunda“ einschalten. Es wäre daher überflüssig, eine ganz ausführliche Schilderung der vorzüglich an den genannten Todea-Arten gemachten Erfahrungen zu geben. Ich beschränke mich auf das Wichtigste, KNY's Arbeit noch durch einige Abbildungen ergänzend, die ich aus einer grossen Anzahl von Zeichnungen sorgfältig auswählte. Obgleich durch verschiedene Umstände im Druck sehr verzögert, dürfte noch jetzt die kleine Abhandlung nicht an Werth verloren haben, da sie namentlich den innigen Zusammenhang der Osmundaceen-Gattungen auch auf entwickelungsgeschichtlichem Gebiete darlegt. Ich schliesse mich dabei betreffs der äusseren Gliederung an KNY's Aufsatz an.

I.
Bau der Sporen.

Die Sporen von Todea barbara Moore sind fast kugelig, nur auf einer Seite mit drei kurzen, den Aequator lange nicht erreichenden Leisten versehen (Taf. XXIII, fig. 27). Letztere sind ziemlich breit, bedeutend breiter, als bei Osmunda regalis L. und Osmunda cinnamomea L., und zeigen bei starker Vergrösserung und scharfer

[1]) Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. zu Wien, Monogr. gener. Osmundae, pag. 49. Botan. Zeit. 1868, pag. 870.

Einstellung in der Regel auf ihrer Mitte eine feine Längslinie als den Ort, wo sie beim Keimen aufspringen. Todea superba Col. zeichnet sich durch sehr zarte, oft kaum wahrnehmbare Leisten aus.

Die Grösse der Sporen beträgt bei Todea barbara 0,068—0,085 Millimeter im Durchmesser, am häufigsten etwa 0,075, während diejenigen von Todea superba Col. 0,038—0,051, meistens 0,042 Millimeter Durchmesser zeigen, diejenigen von Osmunda cinnamomea L. 0,056—0,068, im Mittel meistens 0,062 Millimeter.

Die Oberfläche des Exosporiums ist, wie bei Osmunda regalis L., bei allen drei anderen Arten mit kleinen, warzenförmigen Erhöhungen besetzt (Taf. XXIII, Fig. 27 und Taf. XXIII, Fig. 4, 5 = Todea barbara Moore; Taf. XXIII, Fig. 29 = Osmunda cinnamomea L.). Diese sind im Grundriss bald kreisrund, bald, auf derselben Spore, länglich, nierenförmig bis winkelig geknickt. Bei Osmunda cinnamomea L. sind sie im Allgemeinen nicht so ausgeprägt unregelmässig, als bei den anderen Arten; bei Todea barbara Moore stehen sie dichter, als dies bei der Todea superba Col. der Fall ist.

Auch bei unseren in Vergleich gezogenen Arten ist die Sonderung der farblosen Sporenmembran in Endo- und Exosporium, wie bei Osmunda regalis L., ohne Anwendung von Reagentien nicht gut erkennbar [1]). Dagegen tritt sie sehr deutlich hervor, wenn man verdünnte Schwefelsäure auf die Sporen einwirken lässt. Bei Todea barbara Moore speciell untersucht, platzen dieselben dann in der Regel nach einiger Zeit von selber, oder durch leichten Druck dazu veranlasst, in ihren Leisten auf und die farblose Innenhaut tritt blasig hervor (Taf. XXIII, Fig. 28, end., optischer Durchschnitt), während das Exosporium deutlich zwei Schichten zeigt: eine innere, sich tief bis hell braunroth färbende (Taf. XXIII, Fig. 28, exosp. i) und eine äussere, stärkere, oft wieder feine Schichtung zeigende, blass- bis dunkelgelbe (Taf. XXIII, Fig. 28, exosp. a). Letztere, die Warzen des Exosporiums tragend, löst sich dabei häufig von der ersteren los, da sie einer bedeutenderen Quellung unterliegt. In manchen Fällen färben sich auch die innersten Schichten dieser Aussenschale bräunlichroth.

In Schwefelsäure von etwas stärkerer Concentration quillt das Exospor sehr rasch um ein Bedeutendes auf. Es färbt sich dann

[1]) Kny, l. c. pag. 1.

blassgelb, die Leisten röthlichbraun und wird bald hell bis dunkel kirschbraun, die Innenschale etwas dunkler. Dann geht die Färbung in Hellviolett über und nach 18 –24 Stunden zeigt sich die Aussenschale des Exosporiums im reinen Violett, die Innenschale schmutzigbraun, daher die ganze Spore schwärzlichviolett. Ein ähnliches Verhalten ist auch bei Todea superba Col. und Osmunda cinnamomea L. wahrnehmbar.

Concentrirte Kalilauge färbt das Exosporium bei allen Arten schön goldgelb.

Die Anordnung des Inhaltes ist bei der Spore von Todea barbara durch die farblose Aussenhaut hindurch sehr gut erkennbar. Die Lage des Nucleus ist bald durch einen helleren Fleck angedeutet, bald ist derselbe, bei massigerem Chlorophyll, nicht sichtbar. Bei Osmunda cinnamomea L. dagegen sieht man den Zellkern sammt einem von ihm umschlossenen Kernkörperchen ganz ausgezeichnet scharf durchscheinen (Taf. XXIII, Fig. 29). Hier, wie bei Todea barbara Moore und Todea superba Col., ist er kugelig bis dick linsenförmig; sein Durchmesser beträgt bei Todea barbara Moore im Mittel etwa 0,013 Millimeter.

Das reichlich in der Spore vorhandene Chlorophyll ist bei der Todea barbara Moore meistens in Form wolkiger, oft sternartig ausstrahlender Massen um den Kern gelagert, seltener in Körnern von bis 0,005 Millimeter und wenig darüber Durchmesser zu finden. Bei Osmunda cinnamomea L. ist das Verhältniss ein ähnliches (Taf. XXIII, Fig. 29 zeigt uns die Spore mit körnigem Chlorophyll); dagegen besitzt Todea superba Col. in der Regel schon in der Spore körniges Chlorophyll, die einzelnen Körner kugelig bis eiförmig, von 0,004 bis 0,0054 Millim. Durchmesser.

Stärke ist nur sehr vereinzelt in einigen Chlorophyllkörnern vorhanden (Todea barbara Moore); dagegen finden sich die auch von Kny [1]) erwähnten fettartigen Tröpfchen neben dem Chlorophyll im Plasma der Spore ziemlich reichlich.

[1]) a. a. O. pag. 2.

II.
Die Entwickelung des Vorkeimes.

Die Keimung der Sporen wurde sogleich bei der Aussaat in der sorgfältigsten Weise überwacht. Ich nehme zu diesem Zwecke Glastöpfe, ganz nach Form der gewöhnlichen Blumentöpfe, als Substrat gute Haideerde. Die Sporen werden in der Weise gesammelt, dass man die ganzen Fiedern abschneidet, noch ehe die, übrigens völlig reifen, Sporangien sich geöffnet haben. Man kann dann leicht mittelst eines grossen Pinsels oder einer weichen Uhrmacherbürste die auf den Blättern liegenden fremden Sporen, die ja in unseren Farnhäusern bei dem meist dichten Stande der Töpfe und der leichten Verwehung der Sporen fast unvermeidlich sind, abkehren und so die zu gewinnenden Sporen vor Verunreinigung möglichst schützen. Die Blattstücke werden in gut schliessenden Kapseln von schwarzem Glanzpapier, die schwarze Seite inwendig, ein paar Tage aufbewahrt. Die aufspringenden Sporangien entleeren während dieser Zeit ihre Sporen und diese werden nun direkt durch Anklopfen an die Papierkapsel, ohne diese zu öffnen, nur durch einen mittelst Wegschneiden einer kurzen Ecke erhaltenen Schlitz, auf die Haideerde ausgestreut. Jeder Topf wird mit einer kleinen Glasglocke, deren Rand etwas in die Erde des Topfes eingebohrt wird, bedeckt, und mehrere Töpfe kommen dann, fest eingedrückt, auf eine Schale mit weissem Sand und werden wiederum durch Ueberdecken einer einzigen grossen, abermals in den Sand eingebohrten Glasglocke geschützt. Das Giessen der Töpfe geschieht durch Giessen des Sandes von aussen, ohne die Glocke zu öffnen. Ich habe auf diese Weise die ausgezeichnetsten Reinculturen im Farnhause selber erzielt, und ausserdem gefunden, dass es gut ist, wenn man ab und zu das Giessen der Aussaaten eine Zeit lang, die man nach eigenem Ermessen ausdehnen muss, einstellt und die Vorkeime sich mit dem stets unter den Glocken befindlichen Wasserdampfe begnügen lässt.

Die Keimung erfolgt, wie bei der Osmunda regalis L.[1]), so auch bei den übrigen Arten, sehr bald nach der Aussaat. Die ersten

[1]) Vgl. Kny, l. c. pag. 3.

Stadien derselben kann man bei Osmunda regalis L. nach 3—4, bei Osmunda cinnamomea L. nach 3—5, bei Todea barbara Moore nach 6—7 und bei Todea superba Col. ebenfalls nach 6—7 Tagen beobachten. Das Chlorophyll, wo es vorzugsweise in wolkigen Massen vorhanden ist, nimmt schon in den ersten Tagen, meistens noch vor dem Aufreissen des Exospors, deutlich Körnerform an.

Das erste Anzeichen der eigentlichen Keimung (wo keine besonderen Namen genannt sind, ist von jetzt ab stets Todea barbara Moore verstanden) ist das Platzen des Exosporiums in der Mitte seiner drei Leisten in Folge des Wachsthums des Endosporiums (Taf. XXIII, Fig. 4). Anfänglich treten die hierdurch gebildeten drei Lappen nur wenig auseinander (Taf. XXIII, Fig. 4, 5), später aber reisst, wenn nicht der Vorkeim bald ganz heraustritt, das Exospor weiter und unregelmässig ein (Taf. XXIII, Fig. 1, 3 = T. sup.).

Es tritt jetzt das Endospor als erste Zelle des Vorkeimes mit einer stumpfen, kegelförmigen Papille zwischen den drei Klappen der Aussenhaut hervor (Taf. XXIII, Fig. 4) und ein Theil des Protoplasmas und Chlorophylls, letzteres stets in Körnerform, tritt in dieselbe hinein. Bei Todea barbara Moore ist das Chlorophyll auch jetzt noch stets massig gelagert (Taf. XXIII, Fig. 4, a), dagegen nimmt bei Todea superba Col. (Taf. XXIII, Fig. 1—3), noch mehr aber bei Osmunda cinnamomea L. (Taf. XXIII, Fig. 30), das Plasma und mit ihm das körnige Chlorophyll, die Form von Strängen an, die meist vom centralen Zellkerne ausgehen, gerade so, wie es auch Kny von Osmunda regalis L. angiebt,[1]) die sich aber später meistens wieder verlieren und nur in den Zellen des Polsters und in solchen Vorkeimen, die, von anderen verdeckt, wenig Licht empfingen, jederzeit anzutreffen sind.

Die erste Theilung tritt bei allen Osmundaceen bereits dann ein, wenn der Vorkeim noch im Exospor eingeschlossen liegt: es entsteht etwas unterhalb der Papille eine zur bisher befolgten Wachsthumsrichtung senkrechte Wand, die dieselbe von der bedeutend grösseren Vorkeimzelle als e r s t e s W u r z e l h a a r abschneidet. Letzteres enthält neben Plasma schon Chlorophyllkörner (Taf. XXIII, Fig. 4, a; Taf. XXIII, Fig, 30 = O. cinn.); seltener ist es,

---

[1]) a. a. O. pag. 8, tab. I, fig. 8.

wie KNY angiebt [1]), nur mit hyalinem Plasma angefüllt. Es wächst ohne weitere Theilungen als eine einfache, schlauchförmige, meist wellig hin und her gebogene Zelle, in der sehr oft die Chlorophyllkörner reihenweise liegen (Taf. XXIII, Fig. 3 = T. sup.; Taf. XXIV, Fig. 39 = O. cinn.), fort, manchmal zu beträchtlicher Länge.

Die nächste Wand tritt in der zunächst noch vorwiegend in der Richtung der Längsachse wachsenden Vorkeimzelle in den Hauptfällen parallel der zuerst gebildeten, das Wurzelhaar abschneidenden Wand auf (Taf. XXIII, Fig. 3 = T. sup.; Fig. 6 = T. barb.), zwei neue, gleich oder ungleich grosse Zellen erzeugend. Indessen zeigt sich bereits hier eine bei den Vorkeimen waltende Unregelmässigkeit dadurch, dass sehr häufig diese Wand eine stark geneigte Richtung annimmt (Taf. XXIII, Fig. 7, 8, 9). In anderen Fällen, wiewohl seltener, ist die erste Wand in der Mutterzelle des Vorkeimes sogar eine auf die Wurzelhaarwand senkrechte (Taf. XXIII, Fig. 13), wie ich denn überhaupt gerade in den ersten Theilungen bis oft zu einer beträchtlichen Anzahl von Zellen nicht die strenge Gesetzmässigkeit gefunden habe, wie sie nach KNY's Darstellung herrscht.

Auch eine zweite und dritte Theilung im erstgenannten Sinne tritt oft noch in der oberen oder unteren Vorkeimzelle auf (Taf. XXIV, Fig. 6, a), so dass der ganze Vorkeim aus drei oder vier senkrecht über einander liegenden Zellen und der Wurzelhaarzelle besteht.

Zu den bis jetzt als Hauptrichtungen genannten Theilungen kommen dann, sehr rasch auf einander folgend, solche senkrecht auf dieselben, wobei häufig zwar, aber nicht immer, die obere Zelle der unteren des zweizelligen Vorkeimes vorauseilt (Taf. XXIV, Fig. 40), oft dabei die Querwand aus ihrer ursprünglichen Lage bringend (Taf. XXIV, Fig. 15; Taf. XXIII, Fig. 31 = O. cinn.). Es entstehen so in der ursprünglichen Mutterzelle vier Zellen nach Lage von Kreisquadranten (Taf. XXIV, Fig. 61), die bei schiefer Richtung der ersten Wand auch eine eigenthümliche Lage zeigen (Taf. XXIV, Fig. 41). Nicht immer liegen indessen die zweiten Theilungsrichtungen in einer, sondern auch oft in zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen, so dass der Vorkeim bei gewisser Lage die obere

[1]) a. a. O. pag. 4.

Zelle in zwei (Taf. XXIII, Fig. 14, a), um 90° gedreht, die untere Zelle in zwei Zellen (Taf. XXIII, Fig. 14, b) zerlegt zeigt.

Andere sehr häufig auftretende unregelmässige Theilungen sind leicht aus den übrigen Zeichnungen, wie Fig. 8, a, 33—35 etc., zu ersehen. Namentlich zeigen sich solche beim langsamen Drehen des Vorkeimes um seine Längsachse (Fig. 19, 20, 22).

Sehr oft ordnen sich ferner die Zellen des noch sehr jugendlichen Vorkeimes, wie dieses schon durch Theilungen wie die in Fig. 14 a und b dargestellte bedingt ist, nicht zur Zellfläche, sondern bereits zum Zellenkörper (Taf. XXIII, Fig. 20, 22), der oft gar nichts von dem später so ausgeprägt hervortretenden einschichtigen Rande des Vorkeimes erkennen lässt (Taf. XXIV, Fig. 36 = O. cinn.). Früher oder später tritt dies aber in der Mittellinie des flächenförmig entwickelten Vorkeimes immer ein. Parallel zur Ober- und Unterseite verlaufende Theilungswände machen das Gewebe in der Längsachse, von dem primären Wurzelende aus bis zum vorderen Theile allmählig mit dem Wachsthume des Vorkeimes fortschreitend, vielschichtig, in der Mitte die meisten Zellenlagen erzeugend, nach rechts und links aber oft ziemlich rasch abnehmend, so dass dies Gewebe den Vorkeim bis kurz vor die später sich bildende vordere Einbuchtung wie eine Mittelrippe durchzieht. Die Zellen dieses Polsters sind in der Regel stark in der Richtung der Längsachse gestreckt. Ihr Chlorophyll ist meistens perlschnurartig zu Strängen geordnet. In ihnen beobachtet man auch am leichtesten die Theilung der Chlorophyllkörner, von denen einzelne, wie auch Kny beobachtete [1], häufig senkrecht oder etwas schräg zur Richtung der Körnerkette wachsen, sich dann parallel zur Richtung des ganzen Stranges abschnüren und so „die erste Anlage zu einer neuen Zweigreihe geben.“ In den übrigen Zellen liegen die Chlorophyllkörner, meistens durch gegenseitigen Druck polygonal abgeplattet, dicht neben einander, die ganzen Wände bedeckend. An diesem Längspolster entspringen ferner auf der Unterseite die späteren Wurzelhaare, von der Form des primären Wurzelhaares, namentlich im hinteren Theile dicht neben einander, später derbwandig, gelblich bis dunkelbraun, vielfach unregelmässig aufgetrieben und verschlungen, oder mit Bodentheilchen oder unter einander zusammenhängend oder verwach-

[1] a. a. O. pag. 9.

send. Endlich erzeugt diese Mittelrippe, wie wir später sehen werden, die Archegonien.

Kommen wir nun wieder auf unsere jugendlichen Vorkeime zurück, so gliedert sich, in vielen Fällen deutlich erkennbar, doch auch bei eben so vielen Vorkeimen in scharf ausgeprägter Weise fehlend, in einer oder auch zweien der vorderen Zellen durch eine vertikale, horizontale oder geneigte Scheidewand eine Scheitelzelle ab (Taf. XXIII, Fig. 23, s = T. sup.), in der die weiteren Theilungen nach der von Kny beobachteten Reihe erfolgen, so dass ich dessen Darstellung nichts zuzufügen habe.[1]) Aber auch bei den hier hinzugezogenen Arten ist in diesem Falle „die Verjüngung der Scheitelzelle durch schiefe, einander wechselweise aufgesetzte Scheidewände eine begrenzte.“ Manchmal ist zwar die Scheitelzelle noch an weiter herangewachsenen Vorkeimen zu sehen (Taf. XXIII, Fig. 24 und 26, s = T. sup.), ja sie erscheint vielleicht in einzelnen sehr seltenen Fällen, in denen der Vorkeim von Anfang an einen Zellkörper darstellte, wie bei den höheren Kryptogamen aus drei nach unten gerichteten Pyramidenflächen und gewölbter Aussenfläche zusammengesetzt (Taf. XXIV, Fig. 36, s = O. cinn.), aber „nachdem sich der Vorgang im jungen Vorkeim fünf bis sieben mal wiederholt hat, theilt sich die Scheitelzelle letzter Generation durch eine zu ihrer Längsachse senkrechte Scheidewand in eine Randzelle und eine Flächenzelle. Die Randzelle zerfällt darauf durch eine Längswand in zwei gleichwerthige Randzellen, welche von ihren Nachbarzellen zur Rechten und Linken in Nichts verschieden sind. Das weitere Längenwachsthum des Vorkeimes ist demjenigen der Laubachse von Pellia durchaus analog: es erfolgt durch mehrere in der Einbuchtung am Scheitel neben einander liegende gleichwerthige terminale Randzellen“[2]), (Taf. XXIII, Fig. 25 = T. sup.), da die Scheitelzelle selbst, in Folge der lebhafteren Theilungen rechts und links, allmählig in eine Einbuchtung zu liegen kommt, die später oft sehr tief wird, wobei die Lappen am vorderen Vorkeimende weit über einander weggreifen.

Nochmals sei indessen ausdrücklich bemerkt, dass das Vorkommen einer Scheitelzelle durchaus nicht gesetzmässig ist, sondern dass diesem eben so viele Fälle gegenüber stehen, in denen der

[1]) Kny, a. a. O. pag. 5.
[2]) Kny, a. a. O. pag. 6.

Vorkeim sein ganzes Wachsthum ohne das Auftreten einer solchen in irgend einem Entwickelungsstadium vollendet.

Bei sehr dichter Ansaat und daher engem Schluss der Vorkeime, wobei diese zum grössten Theile senkrecht stehen und erst später sich übereinander legen, indem ein Theil zu Grunde geht, sind dieselben in der Regel sehr in die Länge gestreckt (Taf. XXIII, Fig. 21), selbst noch, wenn sie bereits aus einer grossen Anzahl von Zellen bestehen. Häufig wird dann das vordere Ende oder ein Lappen aus einer ganzen Reihe cylindrischer Zellen gebildet (Taf. XXIV, Fig. 37, 38, = O. cinn.) und es kommt nicht selten vor, dass dann die Endzelle sich zu einem Antheridium entwickelt (Taf. XXIV, Fig. 38, a = O. cinn.). Bei lockerem Stande dagegen werden die Vorkeime meistens mehr oder weniger stark herzförmig am vorderen Ende verbreitert.

Charakteristisch ist dann ferner für die Osmundaceen-Vorkeime die von Kny ausführlich geschilderte Bildung von Adventivsprossen [1], die ich hier übergehe, da ich der dort gegebenen Darstellung Nichts hinzuzufügen habe.

III.
Entwickelung der Antheridien.

Die Antheridien erscheinen bei den Osmundaceen oft schon an sehr jungen Vorkeimen; manchmal treten sie, wie bereits erwähnt wurde, an sehr langgestreckten als Endzelle auf (Taf. XXIV, Fig. 38, a = O. cinn.). Meistens jedoch entwickeln sie sich am Rande, oder auf der Unterseite des Vorkeimes, soweit derselbe aus einer Zellschichte besteht. Grosse, üppig entwickelte Vorkeime besitzen oft keine Antheridien, sondern nur Archegonien. In allen Fällen wölbt sich, wo ein Antheridium entsteht, eine Zelle halbkugelig über das Niveau der übrigen und theilt sich dann durch eine dem Rande oder der Fläche des Vorkeimes parallele oder auch etwas geneigte, manchmal nach unten gewölbte Wand in eine äussere Mutterzelle des Antheridiums (Taf. XXIV, Fig. 44, a) und eine innere Zelle (Taf. XXIV, Fig. 44, b). In ersterer Zelle treten dann rasch nach einander, einander

[1]) a. a. O. pag. 6, tab. II, fig. 3—8.

gegenüberliegend und unter ziemlich spitzen Winkeln schneidend, zwei geneigte, nicht immer gleich grosse, häufig etwas nach oben gewölbte Wände auf (Taf. XXIV, Fig. 43, b; Taf. XXIV, Fig. 45, a = O. regal.), die eine grosse obere und zwei kleine untere Zellen abschneiden. Selten bilden sich, wie auch Kny bereits bemerkt hat [1]), drei Wände, unter Winkeln von 120° divergirend.

Die grosse, obere Zelle des Antheridiums theilt sich dann durch eine nach unten stark concave Wand in eine Centralzelle und eine niedrige, kugelkappenförmige Deckelzelle (Taf. XXIV, Fig. 45, b = O. regal.). Letztere zerfällt ihrerseits wieder in meistens vier (Taf. XXIV, Fig. 45, b), seltener mehr Zellen, welche, anfänglich nahezu parallel über den Scheitel des Antheridiums weglaufend, später durch ungleichförmiges Flächenwachsthum wellig gebogen werden (Taf. XXIV, Fig. 47), oder sich gar spiralig winden.

Die Centralzelle zerfällt durch eine nicht gesetzmässig erfolgende Reihe von Theilungen in eine Anzahl von kleinen, plasmareichen Zellen, den Mutterzellen der Spermatozoiden (Taf. XXIV, Fig. 45, b = O. reg.), welche nach völliger Reife des Organes durch einen Riss im Scheitel desselben (seltener wird, wenn eine der Wandzellen sich noch nachträglich, wie dies oft geschieht — Taf. XXIV, Fig. 46 — durch eine oder zwei Wände getheilt hat, eine dieser kleineren Zellen ausgestossen) entleert werden. Sie liegen dann noch eine Zeit lang vor der Mündung des Antheridiums ruhig. Ihre sehr zarte Membran wird nach und nach stärker ausgedehnt und gallertartig gelockert; man sieht die Bewegung der Cilien des Spermatozoids häufig schon jetzt, bis mit einem Male die schon sehr undeutlich gewordene Membran der Mutterzelle zerreisst, in demselben Augenblicke ganz verschwindet und das Spermatozoid davoneilt. An den Bewegungen des letzteren habe ich nichts wesentlich von denjenigen anderer Farnspermatozoiden Abweichendes gesehen. Kleine Stärkekörnchen finden sich durchgängig in grösserer oder geringerer Anzahl, meistens zu einem Klumpen zusammengeballt, als Inhalt des hinteren blasenförmigen Theiles. (Taf. XXIV, Fig. 49 a—d.)

---

[1]) a. a. O. pag. 10.

IV.
Entwickelung der Archegonien.

Die Archegonien der Osmundaceen entstehen bedeutend später, als die Antheridien. Sie entwickeln sich nur auf der Unterseite des Vorkeimes und zwar in zwei unregelmässigen Längsstreifen an den beiden seitlichen Abdachungen der Mittelrippe, in der Hauptsache von der Basis nach vorne vorschreitend, doch auch zwischen bereits abgestorbenen sich, namentlich an sehr grossen Vorkeimen, stets neu erzeugend.

Jedes Archegonium entsteht aus einer oberflächlich gelegenen Zelle der Vorkeimmittelrippe, die sich zunächst durch eine der Fläche parallele Wand in zwei über einander liegende Zellen theilt, in eine innere, zum Theil zur Centralzelle des Archegoniums werdende Zelle, und eine äussere Halszelle. Letztere theilt sich darauf zunächst durch eine senkrecht auf die erste Wand gesetzte, mit der Richtung der Mittelrippe parallele, seltener von dieser Richtung abweichende Wand in zwei Zellen (Taf. XXIV, Fig. 55, arch.[1]) und jede derselben zerfällt abermals durch eine entgegengesetzt, also senkrecht zur Richtung der Mittelrippe verlaufende Wand in zwei Zellen, so dass nun die Halszelle in vier als Kreisquadranten gelagerte Zellen getheilt ist (Taf. XXIV, Fig. 50 a, arch.). Auf dem Querschnitt durch den Vorkeim ist natürlich nur eine dieser beiden letzten Wände sichtbar (Taf. XXIV, Fig. 50, b.). Selten theilt sich eine der vier Zellen noch einmal durch eine radiär oder unregelmässig gestellte Wand (Taf. XXIV, Fig. 55, arch.[2]; Fig. 55, b.), so dass statt der vier nun fünf Halszellen vorhanden sind und der spätere Archegoniumhals aus fünf Zellenreihen (Taf. XXIV, Fig. 56, 57) statt aus vieren besteht.

Während oder kurz nach der Theilung wölben sich die vier Halszellen gemeinsam zuerst schwach (Taf. XXIV, Fig. 50, b), dann stärker empor, und theilen sich, jede durch eine etwas nach innen und unten geneigte Querwand, in zwei über einander liegende Zelletagen (Taf. XXIV, Fig. 51), wobei die centrale Zelle gleichzeitig nach oben sich verlängert und schlauchartig zwischen die Halszellen schiebt, diese

von unten her auseinander drängend (Taf. XXIV, Fig. 51, 52; Taf. XXIV, Fig. 58 = O. regal.). In den vier, resp. fünf Halszellenreihen wiederholt sich der genannte Theilungsvorgang nun noch gewöhnlich siebenmal bis achtmal (Taf. XXIV, Fig. 58 = O. regal.), so dass jede Reihe aus bis neun übereinander liegenden Zellen besteht (Taf. XXIV, Fig. 59 = O. regal.), alle vier Reihen auf dem Scheitel des Archegoniumhalses zusammenneigend.

Mit diesen Vorgängen gleichzeitig wächst das obere schlauchförmige Ende der centralen Zelle weiter bis an den Scheitel des Halses zwischen den Halszellenreihen empor und gliedert sich im unteren Theile des Halses durch eine meist nach unten gewölbte Querwand in zwei Zellen (Taf. XXIV, Fig. 52): eine untere, die eigentliche, später zu befruchtende Centralzelle (Taf. XXIV, Fig. 58, u) und eine cylindrische, nach unten etwas trichterförmig erweiterte Canalzelle (c). Indem sich in letzterer nochmals eine, im unteren Drittel entstehende, ebenfalls nach unten gewölbte Querwand bildet, zerfällt dieselbe in eine obere, längere Halscanalzelle und eine untere, kleinere Bauchcanalzelle. (Taf. XXIV, Fig. 58.) Nach Kny's Beobachtungen [1] wird manchmal noch eine dritte Canalzelle gebildet. Ich sah eine solche bis jetzt nicht, doch ist das Auftreten derselben immerhin möglich.

Centralzelle, wie die beiden Canalzellen, zeichnen sich durch dichten, trüben Plasmainhalt mit vieler Stärke aus. In allen drei Zellen, am besten in der Centralzelle, ist der Nucleus meist deutlich sichtbar (Taf. XXIV, Fig. 58 = O. regal.). Eine Reihe von Zellkernen, wie sie Strasburger angiebt und zeichnet [2], sah ich in der Halscanalzelle niemals, sondern stets nur einen einzigen (Taf. XXIV, Fig. 58).

Die untersten Halszellen theilen sich sehr oft noch, namentlich wenn auch die Zellen des Vorkeimes sich um den unteren Halstheil herum noch weiter theilen und schwach emporwölben (Taf. XXIV, Fig. 60 = O. regal.), durch tangentiale Wände, so dass hier der Hals aus zwei ringförmig um einander liegenden Zellschichten besteht (Taf. XXIV, Fig. 53). Durch nachträgliche radiale Theilungen

[1]) l. c. pag. 11.

[2]) Strasburger: Die Befruchtung bei den Farnkräutern. Mém. d. l'acad. imp. d. sc. d. St. Pétersbourg, Sér. VII, vol. XII, no. 3, pag. 7, tab. 1, fig. 16, 17, und Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Bot. VII. 398, tab. XXV, fig. 16 u. 17.

vermehren sich in der Regel dann auch die um die Centralzelle im Innern des Vorkeimes gelegenen Zellen, dieselbe mit einem häufig sehr regelmässigen Gewebe umgebend (Taf. XXIV, Fig. 54).

Bei der Reife des Archegoniums wird der Inhalt der beiden Canalzellen verflüssigt und die Membranen derselben werden gallertartig gelöst. Durch den, von diesen quellenden, Wasser aufnehmenden Massen ausgeübten Druck wird dann auch der Archegoniumhals an seinem Scheitel gewaltsam geöffnet, indem die Halszellenreihen auseinander weichen und nach aussen sich radial zurückbiegen, wobei häufig die obersten Zellen abgestossen werden (Taf. XXIV, Fig. 60). Der in dem Halscanal sich findende Schleim ergiesst sich zum Theil nach aussen, während die Eizelle sich nach oben abrundet.

Die weiteren Vorgänge während und nach der Befruchtung hoffe ich in einer späteren Arbeit vollständig niederlegen zu können.

Was aber die Resultate der Untersuchungen am Vorkeime der Osmundaceen anbelangt, so sind diese von Kny bereits so bündig zusammengefasst, dass ich auf eine Wiederholung an dieser Stelle verzichte.

Leipzig, im Frühjahr 1871.

Erläuterung der Abbildungen auf Taf. XXIII und XXIV.

Sämmtliche Figuren wurden mit Hülfe des Zeichenprismas genau nach der Natur entworfen und manche erst später reducirt. Die Vergrösserungen sind auf den Tafeln angegeben.

Tafel XXIII.

Fig. 1—3. Todea superba Col.

Fig. 1. Keimende Spore; das Exosporium aufgerissen, der Vorkeim die Papille des primären Wurzelhaares zeigend, aber noch ohne Theilungen.

Fig. 2. Vorkeim nach der Abgliederung des primären Wurzelhaares durch eine Zellwand. Exosporium abgestreift.

Fig. 3. Ein noch weiter vorgeschrittener Vorkeim; das Wurzelhaar bereits stark verlängert und die reihenweise Anordnung seiner Chlorophyllkörner zeigend; der eigentliche Vorkeim schon zweizellig.

Fig. 4—22. Todea barbara Moore.

Fig. 4. Keimende Spore; das Exosporium ist so eben geplatzt, die Wurzelhaar-Papille tritt hervor.

Fig. 4, a. Eine solche Spore nach Abgliederung des Wurzelhaares. Der Chlorophyllinhalt liegt hier, wie bei der Figur 40 auf Tafel XXIV, in dichten Massen beisammen, nicht strangartig vertheilt, wie bei Todea superba. Das dreistrahlig aufgerissene Exosporium wurde nur im Umriss gezeichnet.

Fig. 5. Abgestreiftes Exospor, die Art des Aufreissens zeigend.

Fig. 6. Zweizelliger Vorkeim mit Wurzelhaar.

Fig. 7. Ein solcher mit schief gestellter erster Wand, das Exospor noch auf seinem Scheitel tragend.

Fig. 8. Abnorme Theilung der unteren Zelle eines Vorkeimes wie Fig. 7.

Fig. 8, a. Vorkeim, in dem von der unteren Zelle ein uhrglasartiges Segment abgeschnitten wird.

Fig. 9. Vorkeim, wie 8, aber mit entsprechender Theilung in der oberen Zelle Die durch die zweite Wand abgeschnittene Zelle kann zu einer zweischneidigen Scheitelzelle werden, so dass die weiteren Theilungen bis zu einem gewissen Zeitpunkte mit grosser Regelmässigkeit erfolgen und ein Vorkeim entsteht, dessen vorderer Theil etwa das Aussehen von Figur 26 zeigt.

Fig. 10. Dreizelliger und

Fig. 11. Vierzelliger sogenannter unregelmässiger Vorkeim.

Fig. 12. Vierzelliger Vorkeim, bei dem nur die eine Wand in der oberen Mutterzelle durch schiefe Lage von dem sonst als Regel dargestellten Theilungsplane, etwa der Figur 61 auf Tafel XXIV, abweicht.

Fig. 13. Zweizelliger Vorkeim mit zuerst erfolgter senkrechter, statt horizontaler Theilung.

Fig. 14, a und b. Vierzelliger Vorkeim mit übers Kreuz erfolgter zweiter Theilung, da 14 b gleich 14 a um 90° gedreht ist. Hierdurch die Anlage zum Zellenkörper gegeben.

Fig. 15. Dreizelliger,

Fig. 16. Fünfzelliger,

Fig. 17. Sechszelliger und

Fig. 18. Achtzelliger Vorkeim, durch Alkohol entfärbt, um die Stellung der Wände genau verfolgen zu können.

Fig. 19, a—i. Ein bereits mehrzelliger und durch die entsprechenden Theilungen zum Zellenkörper gewordener Vorkeim, in der Reihenfolge der Buchstaben nach links allmählig um seine Achse gedreht.

Fig. 20, a—e. Wie Fig. 19, aber der Vorkeim etwas älter.

Fig. 21. Fünfzelliger, unregelmässig geformter Vorkeim.

Fig. 22. Aehnlicher Vorkeim, wie der in Figur 20 dargestellte.

Fig. 23—26. Todea superba Col.

Fig. 23 a. Weiter entwickelter, aber noch ziemlich junger Vorkeim mit den Scheitelzellen s, s auf jeder Seite des Vorderrandes. Fig. 23 b = 23 a

um 90° gedreht; Fig. 23 c = 23 a um 180° gedreht. Die Theilungen haben also bereits einen Zellenkörper geliefert.

Fig. 24. Vorderer Theil eines noch älteren Vorkeimes mit den Scheitelzellen s, s, wie in vorhergehender Figur.

Fig. 25. Vorderer Theil eines älteren Vorkeimes, an dem bereits die herzförmige Einbuchtung und statt einer Scheitelzelle gleichwerthige Randzellen vorhanden sind.

Fig. 26. Vordere Parthie eines Vorkeimes wie Fig. 24, aber mit nur einer, in sehr regelmässiger Theilung begriffenen, zweischneidigen Scheitelzelle s.

Fig. 27 und 28. Todea barbara Moore.

Fig. 27. Reife Spore, das Chlorophyll wolkig um den centralen Zellkern, der durch die Sporenmembran nicht sichtbar ist, gelagert.

Fig. 28. Reife Spore unter der Einwirkung verdünnter Schwefelsäure; optischer Durchschnitt. end. Innenschale (Endosporium) der Sporenmembran; — exosp. i innere Schicht und exosp. a äussere, warzentragende Schicht der Aussenschale (Exosporium) der Sporenmembran. (Weiteres siehe im Texte pag. 462)

Fig. 29—31. Osmunda cinnamomea L.

Fig. 29. Spore, das körnige Chlorophyll und den Zellenkern deutlich durch die Membran erkennen lassend.

Fig. 30. Junger, einzelliger Vorkeim mit primärem Wurzelhaar, die strahlige Anordnung des Chlorophylls von einer centralen, den Kern umhüllenden Masse aus zeigend.

Fig. 31. Dreizelliger Vorkeim, der Figur 15 von Todea barbara entsprechend.

Tafel XXIV.

Fig. 32—39. Osmunda cinnamomea L.

Fig. 32—35. Verschiedene vier- bis sechszellige Vorkeime.

Fig. 36. Vielzelliger, aber noch junger Vorkeim, dessen fast kugeliger Zellenkörper, halb vom Scheitel gesehen, bei s eine dreischneidige Scheitelzelle? erkennen lässt.

Fig. 37. Junger Vorkeim mit fadenförmig verlängertem Vordertheile.

Fig. 38. Ein ähnlicher, im hinteren Theile aus zwei Zellenschichten bestehender Vorkeim, welcher ein terminales Antheridium (a) trägt.

Fig. 39. Junger, sechszelliger Vorkeim mit Inhalt.

Fig. 40—44. Todea barbara Moore.

Fig. 40. Dreizelliger Vorkeim mit Inhalt.

Fig. 41. Vierzelliger und

Fig. 42. Zweizelliger Vorkeim.

Fig. 43. Randparthie eines älteren Vorkeimes mit zwei Antheridien: a, von der Fläche gesehen, bereits mit getheilter Deckelzelle; b, im optischen

Längsschnitt mit den zwei basalen Wandzellen, aber die obere Zelle noch nicht in Central- und Deckelzelle geschieden.

Fig. 44. Junges Antheridium (a), welches eben durch eine Wand von dem unteren Theile seiner Mutterzelle (b) abgeschnitten wurde; optischer Längsschnitt.

Fig. 45. Osmunda regalis L.

Reifes Antheridium: a, von der Fläche gesehen; b im optischen Längsschnitt, die Mutterzellen der Spermatozoiden und die Theilung der Deckelzelle in vier Zellen zeigend.

Fig. 46—57. Todea barbara Moore.

Fig. 46. Antheridium auf der Vorkeim-Unterseite; Scheitelansicht. Von der einen der vier Deckelzellen sind nochmals durch zwei unter einander parallele Wände zwei kleinere Zellen abgeschnitten worden.

Fig. 47, a und b. Zwei entleerte Antheridien.

Fig. 48. Antheridium in der Seitenansicht. b = a um 180° gedreht.

Fig. 49, a—d. Aus dem Antheridium entleerte, durch Jod getödtete Spermatozoiden in verschiedenen Lagen.

Fig. 50, a. Junges Archegonium von der Fläche gesehen (arch.), die vier primären Halszellen zeigend.

Fig. 50, b. Ebensolches Archegonium im Längsschnitt: c Centralzelle, h zwei der vier Halszellen.

Fig. 51. Ein solches Archegonium etwas weiter entwickelt; Längsschnitt. Die Centralzelle c schiebt die Halszellen h nach oben.

Fig. 52. Junges Archegonium, in dem bereits die Halscanalzelle (c) von der Centralzelle (u) durch eine nach unten gewölbte Wand abgeschnitten wurde. Längsschnitt.

Fig. 53. Altes, bereits geöffnetes, aber nicht befruchtetes Archegonium, dessen untere Halszellen durch tangentiale Wände in zwei getheilt sind, so dass dieser Theil des Halses aus zwei Zellenringen besteht. Längsschnitt.

Fig. 54. Vorkeimgewebe um die Centralzelle des Archegoniums herum. Querschnitt parallel zur Vorkeimfläche, die einfachen Linien eine tiefer, die doppelten eine höher liegende Zellschicht gebend.

Fig. 55. Stück einer Vorkeimfläche mit zwei jungen Archegonien. arch.[1] das jüngere, in dem die erste Wand, welche die Bildung der Halszellen einleitet, senkrecht zur Längsachse des Vorkeimes steht. arch.[2] wenig älteres Archegonium mit unregelmässigem, fünfzelligen Halse.

Fig. 55, b. Junges Archegonium (arch.) in der Scheitelansicht. Die ersten Theilungen zu den Halszellen schneiden die Längsachse des Vorkeims unter schiefen Winkeln, während die eine Wand parallel, die andere rechtwinkelig darauf angelegt werden sollte. Dazu ist von der einen Zelle eine fünfte Halszelle abgeschnitten worden.

Fig 56. Ein anderes junges Archegonium mit fünfzelligem Halse. Flächenansicht.

Fig. 57. Ein ähnliches, altes Archegonium: Querschnitt des Halses.

Fig. 58—60. Osmunda regalis L.

Fig. 58. Archegonium, das bei der Präparation eines Vorkeimlängsschnittes von dem übrigen Gewebe abgerissen wurde. Der Hals ist noch geschlossen; Central-, Bauchcanal- und Halscanalzelle sind deutlich sichtbar, jede dichtes, körniges Plasma mit Zellkern enthaltend.

Fig. 59. Geschlossener Hals eines reifen Archegoniums von der Fläche gesehen.

Fig. 60. Geöffnetes Archegonium.

Todea barbara Moore.

Fig. 6, a. Dreizelliger und

Fig. 61. Vierzelliger Vorkeim.

VII.

Zur Kenntniss der Gattung Gloeocystis.

Von

Georg Lohde.

Hierzu Tafel XXV.

In der botanischen Zeitung vom Jahre 1865, pag. 21, beschreibt CIENKOWSKI [1]) die Schwärmsporenbildung von Pleurococcus superbus (Gloeocystis ampla (Kütz.) Rabenh.) und von Gloeocystis vesiculosa Naeg., indem er zugleich nachweist, wie die Gattungen Palmella, Pleurococcus und Gloeocystis kaum scharf von einander getrennt werden könnten; eine Ansicht, welche schon vor ihm NAEGELI [2]) für die parallelen phycochromhaltigen Gattungen aufgestellt hatte. Die von ihm an Gloeocystis zuerst beobachtete Schwärmsporenbildung vollzieht sich dadurch, dass „die ganze Mutterzelle in den Schwämer umgewandelt wird". Im botanischen Laboratorium zu Strassburg beobachtete ich im vergangenen Sommer auch bei der Gattung Gloeocystis jene Schwärmsporenbildung, welche die gewöhnlichere ist und die Vermehrung der Art zum Zweck hat. In einer Aussaat von Coleochaete-Sporen, welche Prof. de BARY aus Halle mitgebracht hatte, hatte sich eine Gloeocystis angefunden, die in gelblich grünen Flocken den Boden des Glasgefässes bedeckte und auch bald eine Schicht an seinen Wandungen bildete, welche, da

---

1) Ueber einige chlorophyllhaltige Gloeocapsen.

2) Einzellige Algen p. 65.

sie keine anderen Algen enthielt, eine Reincultur gestattete. Da ich mir nicht getraue, mit Sicherheit jene Gloeocystis nach den in der Flora Europaea algarum von Rabenhorst gegebenen Diagnosen zu bestimmen, so will ich hier in aller Kürze eine Beschreibung derselben geben. Anstatt der contractilen Vacuolen, welche für Gloeocystis ampla und Gl. vesiculosa charakteristisch sind, besitzt unsere Gloeocystis ein ziemlich grosses Chlorophyllbläschen, welches an der Peripherie der Zelle gelegen ist (Fig. 2). Dasselbe sticht durch seine hellere Färbung sehr von dem übrigen Inhalte der Zelle ab. Letzterer ist homogenes, grüngefärbtes Plasma (flüssiges Chlorophyll nach Cienkowsky), in dem dunklere Partikelchen vertheilt sind. Die Grösse der ausgewachsenen Zelle beträgt durchschnittlich 0,011 mm. Ausserdem unterscheidet sich unser Gloeocystis von den oben genannten dadurch, dass ihre Zellenfamilien in völlig structurloser Gallerte eingebettet liegen (Fig. 1). Selbst da, wo eine Zelle sich allein für sich entwickelt, verschwinden die feinen Lamellen der sich zu Gallerte verflüssigenden Membran sehr bald. Die Zahl der Zellen, welche eine Familie bilden, ist sehr verschieden. Es hängt dies, wie wir später sehen werden, ganz von der Theilung der einzelnen Zellen ab. — Dass die eben beschriebene Gloeocystis keine Seltenheit ist, bewies mir der Umstand, dass ich sie auch in dem Teiche des hiesigen botanischen Gartens vorfand. So war es mir möglich, die der Hauptsache nach schon in Strassburg zum Abschluss gebrachte Untersuchung hier weiter fortzuführen Die Resultate derselben sind folgende.

Die ersten Anfänge zur Schwärmsporenbildung machen sich dadurch bemerklich, dass die betreffende Zelle, indem sie an Umfang zunimmt, einen tiefer gefärbten Inhalt erhält. Die feinen, dunklen Partikelchen mehren sich nämlich, während das Chlorophyll selbst sich intensiver grün färbt. Das Chlorophyllbläschen löst sich darauf langsam auf und zwar, wie ich oft beobachtete, von der Peripherie aus[1]) (Fig. 3). Ist es völlig verschwunden, so erscheint das Centrum und die Peripherie des Zellinhalts heller gefärbt als die mittlere Zone, welche bei Weitem mehr von jenen dunklen Partikelchen enthält, welche ich eben erwähnte (Fig. 4). Darauf theilt sich der Zellinhalt durch wiederholte Zweitheilung succedan in 8 oder 16 oder 32 Portionen.

[1]) Dasselbe beobachtete auch A. Braun an Hydrodictyon. S. „Verjüngung" p. 213.

Die Theilung in 8 Portionen ist weniger häufig als die in 16 oder 32. In der Fig. 5 der Tafel sehn wir von einer Zelle, welche später 16 Schwärmsporen entliess, die eine Halbkugel, welche in 4 Portionen zerfallen ist. Jüngere Zustände habe ich nie auffinden können, was wahrscheinlich darin seinen Grund hat, dass die ersten Theilungen sehr rasch hintereinander und in der Nacht erfolgen. — Von den acht Portionen theilt sich darauf eine jede in zwei (Fig. 6), diese Zweitheilung kann sich an den einzelnen Portionen wiederholen, so dass wir schliesslich eine Zelle mit 16 resp. 32 Inhaltsportionen erhalten. Bevor sich eine jede derselben zu einer Schwärmspore umwandelt, zieht sich der getheilte Inhalt der Mutterzelle unter Ausstossung von Wasser etwas von der Membran derselben zurück, (Fig. 7). Das Freiwerden der Schwärmer habe ich nur in den Morgenstunden von 7—9 Uhr beobachtet. Der erste Anfang dazu macht sich durch ein fast unbemerkbares Drehen, das wenige Male ruckweise erfolgt, an dem kugligen, getheilten Zellinhalt bemerkbar; fast in demselben Augenblicke sieht man aber schon ein lebhaftes Gewirr von Schwärmsporen, welche sich in der Zelle über und unter einander fortdrängen. Bis zu diesem Stadium bleiben sich alle Zellen gleich, nur nicht in den späteren. Während nämlich die einen ihre Schwärmsporen entlassen, ordnen sich in den andern die Schwärmer zu Kugeln an. Beide Fälle habe ich gleich häufig beobachtet. Im ersteren Falle baucht sich allmählig die sich an dieser Stelle verdünnende Membran der Mutterzelle aus, die Schwärmer treten einzeln in die Ausbauchung hinein, diese verflüssigt sich schon nach wenigen Minuten an ihrer Spitze und entlässt die Schwärmsporen, welche rasch davoneilen. Die Gestalt der Schwärmer ist länglich oval; ihre Grösse hängt natürlich von der Anzahl der Theilungen ab, die im Inhalte der Mutterzelle sich vollzogen hatten. Die Grösse einer Schwärmspore, welche mit 15 anderen in einer Zelle entstanden war, betrug 0,005 mm. Das etwas dickere Ende der Schwärmer ist zart grün gefärbt, während das vordere, dünnere völlig farblos ist. Letzteres besitzt 2 Cilien, welche etwa zweimal so lang sind als die Schwärmspore selbst (Fig. 14). Da man das vordere hyaline Ende erst gewahr wird, nachdem die Plasmaportion, welche später die Schwärmsporn bildet, Bewegung erhalten hat, so muss man annehmen, dass das hyaline Ende sich im Innern der Kugel bildete. — Die Schwärmspore bewegt sich einige

Zeit lang im Wasser und kommt dann zur Ruhe. Sie rundet sich ab (Fig. 15) und umgiebt sich mit einer zarten Membran, die allmählig sich verdickt und ihre äusseren Schichten zu Gallerte aufquellen lässt, welche bald so in einander überfliessen, dass die Gallerte structurlos erscheint. — Da die Schwärmer sich dem Lichte zuwandten, so bildete sich an der Wandung des Glasgefässes, welche dem Fenster zugekehrt war, jene Schicht, von der oben gesprochen wurde.

Durch Theilung, wie wir sie unten näher beschreiben werden, wird die zur Ruhe gekommene Schwärmspore die Mutterzelle einer neuen Kolonie.

Die Schwärmsporen, welche nicht entlassen werden, sondern sich in den Mutterzellen zu einer Kugel anordnen, unterscheiden sich in Gestalt und Grösse in keiner Weise von den oben beschriebenen. Auch in der Färbung stimmen sie mit den in's Freie gelangenden überein; nur bemerkte ich zuweilen stark lichtbrechende Körperchen in dem grüngefärbten hinteren Ende, welche den ausschwärmenden Zoosporen zu fehlen schienen (Fig. 8). Ich glaube dieselben für Stärkekörnchen ansprechen zu dürfen, da sie nach Behandlung mit Jod eine tief dunkle Farbe annahmen. Cilien konnte ich an diesen Swärmern nicht constatiren, so wahrscheinlich ihr Vorhandensein auch ist.

Das gegenseitige Stossen und Drängen der Schwärmsporen, das über und unter einander Wegschlüpfen derselben dauert etwa 10 Minuten; dann sieht man plötzlich Ordnung in das Gewirr kommen. Die Schwärmsporen stellen sich zu einer Kugel zusammen, indem sie ihre hyalinen Enden auf einen Punkt zusammenstecken. Darauf runden sie sich ab und erhalten eine zunächst zarte Membran (Fig. 9). Häufig schon im Laufe desselben Tages verflüssigt sich die Membran der Mutterzelle an einer Stelle, und die Zellenkugel wird frei. Durch Ausscheiden von Gallerte rücken darauf dieselben, indem sie zugleich an Umfang zunehmen, allmählig mehr und mehr auseinander. Ihr Inhalt ist noch das homogene lichtgrüne Chlorophyll der Schwärmsporen, aus denen sie entstanden sind. Von den feinen, dunkelen Partikelchen, welche die ausgewachsene Gloeocystiszelle in ihrem Plasma besitzt, ist noch nichts zu sehen, eben so wenig etwas von einem Chlorophyllbläschen. Letzteres tritt erst nach einigen Tagen auf (Fig. 11). Doch bald verschwindet es wieder: Die Zelle beginnt

in der bekannten Weise sich zu theilen, und zwar erfolgt die Theilung gewöhnlich zunächst erst in zwei Zellen (Fig. 12). Kurz nach dieser ersten Theilung, noch bevor sie sich abgerundet haben, halbiren sich die beiden Zellen oft noch einmal durch eine Ebene, welche senkrecht zur ersten Theilungsebene steht. An Stelle dieser doppelten Theilung kann auch jene Zelltheilung treten, bei der die Tochterzellen tetraedrisch angeordnet liegen (Fig. 13). Da die Zellen sich schon zu einer Zeit zu theilen beginnen, wo sie bei Weitem noch nicht die Grösse einer ausgewachsenen Gloeocystiszelle erreicht haben, so sinkt die Grösse der Zellen oft auf 0,004 mm. herab. — Dass die so aus Schwärmsporen und Theilung entstandenen Familien in der Gallertmasse der Colonie, zu der sie gehörten, neue Gallertmassen ausschieden, liess sich durch Drücken und Schieben mit dem Deckgläschen leicht nachweisen. Ich konnte auf diese Weise neugebildete Familien isoliren. Dieselben zeigten stets eine besondere Gallerthülle von meistens ovalem Umriss. —

In manchen ausgewachsenen Gloeocystiszellen bemerkte ich im letzten Sommer nicht die Bildung von Schwärmsporen. Es traten dagegen in ihnen, nachdem das Chlorophyllbläschen verschwunden war und das Chlorophyll eine dunklere Färbung angenommen hatte, orangefarbene Oeltröpfchen auf, welche allmählig die ganze Zelle erfüllten (Fig. 16). Es ist dies der Ruhezustand unserer Gloeocystis, der ganz dem gleicht, welchen Cienkowsky bei Chlamydomenas pulvisculus Ehr. beobachtete und abbildete.[1]) Denselben Zustand bespricht A. Braun in seiner „Verjüngung" bei Chlamydomonas obtusa.[2]) Jedoch nur dem äusseren Ansehn nach können diese Ruhezustände unserer Gloeocystis mit denen von Clamydomonas verglichen werden. Was die Entwickelungsgeschichte beider anlangt, so sind sie nicht unbedeutend von einander verschieden. Während bei Chlamydomonas Schwärmer direct in dieses Stadium übergehen, sind es bei unserer Gloeocystis Zellen, welche nach längerer Vegetation, nach Aufspeicherung eines Vorraths von Bildungsmaterial sich zur Ueberwinterung anschicken.

Jene Schwärmsporenbildung, wie sie Cienkowsky an Gloeocystis ampla und Gl. vesiculosa beschreibt, habe ich bis jetzt noch nicht an der unsrigen auffinden können, trotzdem dass ich sie einige Zeit

[1]) l. c. pag. 26.
[2]) pag. 231.

in feuchter Luft vegetiren liess und dann in frisches Wasser brachte. Nach CIENKOWSKY [1]) soll dieser Handgriff die Zellen zum Verlassen ihrer Hüllen bewegen. Doch glaube ich, ist dieser Umstand nur ein Beleg für die Richtigkeit eines Ausspruches CIENKOWSKY's, den er an dem angeführten Orte Seite 26 thut. Nachdem er die Thatsache hervorgehoben, dass die drei von ihm besprochenen Chlamydomonas-Species die Eigenschaft besässen, Gloeocystiszustände zu bilden, während Gloeocystis-Arten Schwärmer bildeten, welche von denen der Chlamydomonas durch nichts Wesentliches sich unterscheiden, sagt er an dieser Stelle: „Ich beeile mich, hinzuzufügen, dass nicht alle Gloeocystis- und Pleurococcus - Arten unter diesen Typus sich einreihen lassen. Ich nehme nur aus den künstlichen, aus sehr heterogenen Theilen zusammengeworfenen Gattungen: Gloeocystis Naeg., Pleurococcus Meneg., solche Formen heraus, deren Zellen contractile Räume, deren Schwärmer die Structur der Chlamydomonaden besitzen". Ferner sagt er auf derselben Seite weiter unten, nachdem er die Erwartung ausgesprochen, dass auch die von A. BRAUN bei Chlamydomonas pulvisculus und Ch. obtusa gefundenen Microgonidien sich ebenso in langsam vegetirende, einzellige Gebilde verwandeln, wie er dies bei der naheverwandten Chlamydococcus pluvialis beobachtet habe: „Diese Vermuthung bezieht sich nur auf solche Gloeocystisbildungen deren Zellen contractile Vacuolen besitzen; die übrigen grünen Gloeocapsen scheinen einer ganz andern Entwicklungsreihe anzugehören". Die Vorgänge, welche wir bei unserer Gloeocystis beobachteten, bestätigen die Vermuthung CIENKOWSKY's Wir können nämlich demnach jetzt 2 Typen unter den einzelligen Algen, die man unter den Namen Gloeocystis zusammengestellt hat, unterscheiden. Der erste umfasst diejenigen, welche contractile Vacuolen besitzen und sich nach den Untersuchungen CIENKOWSKY's den Volvocineen anreihen; der zweite wird bis jetzt erst von der unsrigen repräsentirt: ihr fehlen die contractilen Räume, sie ist nicht im Stande Schwärmer, wie die der Chlamydomonaden, zu bilden, sie besitzt dagegen ein sehr ausgezeichnetes Chlorophyllbläschen und zeigt eine Entwicklungsgeschichte, welche auffallend an die der Hydrodictyeen (namentlich an die von Pediastrum) erinnert. Unsere Gloeocystis bildet gewissermassen

---

[1]) l. c. pag. 23.

den Uebergang von den Palmellaceen zu dieser Familie. Mit den ersteren hat sie die Theilung der Zelle gemein, mit den letzteren die Bildung von Schwärmsporen und das Anordnen derselben zu einem Zellencomplexe. Wenn wir auch der Form und Grösse nach die Schwärmsporen nicht in Micro- und Macrogonidien unterscheiden können, so doch ihren Functionen nach. — Man könnte nun vielleicht nach dem Zweck fragen, den die Anordnung der Schwärmer zu einem Zellencomplexe bei einer Alge hat, bei der die einfache Theilung der Zelle so gewöhnlich ist, bei der ein Zusammenleben in Familien in dem Sinne, wie es bei den Hydrodictyeen bekannt ist, nicht stattfindet; bei ihr sollte man annehmen, würde die blose Theilung der Zelle allein schon genügen, da ja die Zellenkugeln, welche von diesen Schwärmern gebildet werden, sich doch wieder in Folge des Ausscheidens von Gallerte auflösen. Sollte vielleicht eine Umlagerung des Bildungsmaterials von Zeit zu Zeit für die Weiterentwicklung unserer Alge nothwendig werden?

Ob und inwiefern die Weiterentwicklung der Ruhezustände unserer Gloeocystis die Verwandtschaft derselben mit den Hydrodictyeen noch wahrscheinlicher machen wird, müssen fernere Beobachtungen lehren. Ich wurde leider durch das Zugrundegehen der Ruhezustände, welche ich aus Strassburg hierher mitgebracht hatte, und durch den Umstand, dass ich neue hier nicht auffinden konnte, daran gehindert, diese Frage zú lösen. —

Leipzig, im Februar 1873.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXV.

Fig. 1. Eine Colonie von Gloeocystiszellen in structurloser Gallerte eingelagert. Neben ausgewachsenen Zellen liegen die aus Schwärmsporen entstandenen Zellenkugeln. In zwei der letzteren haben sich die einzelnen Zellen schon von einander entfernt; in der einen theilen sie sich bereits. 275 mal vergrössert.

Fig. 2. Einzelne Gloeocystiszelle c. Chlorophyllbläschen.

Fig. 3. Eine Gloeocystiszelle, welche sich zur Schwärmsporenbildung anschickt. Das Chlorophyllbläschen löst sich auf.

Fig. 4. Dieselbe Zelle nach Auflösung des Chlorophyllbläschens.

Fig. 5. Theilung des Zellinhalts in 8 Portionen.

Fig. 6. Jede der 8 Portionen hat sich nochmals getheilt.

